

múlpa del cuerpo al objeto

**Resignificación y valorización del pelo humano mediante el
desarrollo de un material compuesto homobiobasado**

Memoria para optar al título de Diseñador mención Industrial y Servicios

ÁLVARO MATÍAS ASALGADO GÓMEZ

PROFESORA GUÍA
PAOLA DE LA SOTTA LAZZERINI

SANTIAGO DE CHILE
2023



Agradecimientos

Cuando el corazón me come vivo y me encuentro mirando directamente a mi mente a través de mis ojos, veo el reflejo de todas las personas que me han acompañado durante este largo proceso, riendo, discutiendo, compartiendo, escuchando, comiendo, jugando, existiendo y por sobre todo amando.

Agradezco a mi familia, por el apoyo y amor que se escapa de mi comprensión.

A mis amistades, por compartirme sus vidas, pensamientos, risas y palabras.

A Belén, por enseñarme cada día algo nuevo desde el amor y su atención arbitraria. Por tu paciencia, contención, cuidado y tu amor.

A mi profesora guía, Paola, por la inmensa paciencia, las historias, las risas, las palabras de aliento, las copuchas y por la sinceridad.

A la profesora Andrea, quien me introdujo al mundo de los biomateriales. Gracias por la entrega, el conocimiento, el apoyo y las palabras que hemos podido compartir

A Mattia, Alberto y Mirta de la Fundación Matter of Trust Chile, por compartir sus conocimientos y enseñarme el apoyo incondicional de un equipo de trabajo humano.

A Lorena y Vivían del Laboratorio de Control de Calidad de Cueros y Textiles de la Universidad de Santiago de Chile, por compartir su trabajo y parte de sus vidas.

A Pedro de la Pontificia Universidad Católica de Chile, por la disposición, la energía y el conocimiento compartido.

A todas las personas que de una u otra forma, han formado parte de esta investigación.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
FASE CERO: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
Enfoque	5
Pregunta de investigación	9
Objetivo General	9
Objetivos Específicos	9
Metodología de Investigación	10
FASE UNO: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
1 Pelo Humano	15
Historia	15
Tradiciones y costumbres	16
Manifetación y Activismo	22
Morfofisiología	29
Residuo pelo humano	33
Usos	37
Visión en Chile	41
Percepción del pelo humano	42
2 Economía Circular	49
Objetivos circulares	51
Ley REP	52
Residuos de Chile	54
Biocapacidad de Chile	56

3 Materiales Biobasados	61
Biopolímeros	62
Almidones	64
Biotextiles	65
4 Material Driven Design	79
5 Estado del Arte	83
Investigación previa del autor	84
Exploración material	85
Referentes de Diseño	85
 FASE DOS: DEL CUERPO AL MATERIAL	 88
Metodología	91
Etapa A: Mejoramiento del estado previo del material	92
Actividad A1: Identificación del flujo de trabajo en el desarrollo del estadio previo del material	94
Tarea A11: Reconocer procesos del residuo pelo humano	94
Tarea A12: Reconocer procesos del desarrollo del material	94
Actividad A2: Reformulación del flujo de trabajo	95
Tarea A21: Analizar flujo de trabajo y proponer mejoras	95
Tarea A22: Evaluar propuestas de mejoramiento relacionadas el residuo pelo humano	95
Tarea A23: Evaluar propuestas de mejoramiento relacionadas al material	95
Tarea A24: Establecer nuevo flujo de trabajo conforme a las propuestas	95
Etapa B: Caracterización técnica y perceptual del material	96
Actividad B1: Evaluación de propiedades físicas y mecánicas del material	98
Tarea B11: Calcular densidad	98
Tarea B12: Ensayar propiedades físicas	98
Tarea B13: Ensayar propiedades mecánicas	99
Tarea B14: Analizar propiedades mecánicas	102

Actividad B2: Evaluación de trabajabilidad	103
Tarea B21: Evaluar técnicas textiles - corte, perforación, costura	103
Tarea B22: Evaluar CNC láser - corte y grabado	105
Actividad B3: Evaluación de comportamiento ante exposición a agentes ambientales	106
Tarea B31: Evaluar agentes ambientales - degradación, luz UV y humedad	106
Actividad B4: Caracterización perceptual del material	109
Tarea B41: Evaluar las experiencias a través del método MDD	109
Etapa C: Diseño de una identidad para el material	110
Actividad C1: Conceptualización	112
Tarea C11: Identificación de elementos y conceptos asociados al material	112
Tarea C12: Generar mapa conceptual y concepto final	112
Actividad C2: Desarrollo de propuesta formal	113
Tarea C21: Desarrollar génesis formal del concepto	113
Tarea C22: Definir elementos gráficos complementarios	113
Resultados Etapa A: Mejoramiento del estado previo del material	115
Actividad A1: Identificación del flujo de trabajo en el desarrollo del estadio previo del material	116
Tarea A11: Reconocer procesos del residuo pelo humano	116
Tarea A12: Reconocer procesos del desarrollo del material	121
Actividad A2: Reformulación del flujo de trabajo	126
Tarea A21: Analizar flujo de trabajo y proponer mejoras	127
Tarea A22: Evaluar propuestas de mejoramiento relacionadas el residuo pelo humano	132
Tarea A23: Evaluar propuestas de mejoramiento relacionadas al material	137
Tarea A24: Establecer nuevo flujo de trabajo conforme a las propuestas	149
Resultados Etapa B: Caracterización técnica y perceptual del material	151
Actividad B1: Evaluación de propiedades físicas y mecánicas del material	152
Tarea B11: Calcular densidad	154
Tarea B12: Ensayar propiedades físicas	154
Tarea B13: Ensayar propiedades mecánicas	156
Tarea B14: Analizar propiedades mecánicas	163

Actividad B2: Evaluación de trabajabilidad	166
Tarea B21: Evaluar técnicas textiles - corte, perforación, costura	166
Tarea B22: Evaluar CNC láser - corte y grabado	172
Actividad B3: Evaluación de comportamiento ante exposición a agentes ambientales	174
Tarea B31: Evaluar agentes ambientales - degradación, luz UV y humedad	174
Actividad B4: Caracterización perceptual del material	185
Tarea B41: Evaluar las experiencias a través del método MDD	185
Resultados Etapa C: Diseño de una identidad para el material	191
Actividad C1: Conceptualización	192
Tarea C11: Identificación de elementos y conceptos asociados al material	192
Tarea C12: Generar mapa conceptual y concepto final	194
Actividad C2: Desarrollo de propuesta formal	195
Tarea C21: Desarrollar génesis formal del concepto	195
Tarea C22: Definir elementos gráficos complementarios	196
 FASE TRES: DEL MATERIAL AL CUERPO	 198
Metodología	201
Etapa D: Selección de aplicación de diseño para el material	202
Actividad D1: Identificación de las principales propiedades del material	204
Tarea D11: Reconocer propiedades físico-mecánicas	204
Tarea D12: Reconocer propiedades de trabajabilidad	204
Tarea D13: Reconocer propiedades frente a factores ambientales	204
Actividad D2: Proposición de una aplicación de diseño basado en el material	205
Tarea D21: Identificar posibles aplicaciones de uso a partir de las principales propiedades del material	205
Tarea D22: Seleccionar una aplicación de diseño utilizando una matriz de factibilidad e impacto	205
Etapa E: Definición de usuario y atributos de diseño	206
Actividad E1: Construcción de arquetipo	208
Tarea E11: Levantar información de usuario mediante entrevista	208
Tarea E12: Desarrollar mapa de empatía a partir de información levantada	208

Actividad E2: Selección de atributos de diseño	209
Tarea E21: Determinar requerimientos de diseño	209
Tarea E22: Determinar atributos de diseño	209
Etapa F: Elaboracion de propuesta final	210
Actividad F1: Desarrollo de la identidad del producto	212
Tarea F11: Identificar elementos y conceptos asociados al producto	212
Tarea F12: Generar mapa conceptual y concepto final	212
Tarea F13: Desarrollar propuesta formal de logotipo	212
Actividad F2: Desarrollo de prototipo formal	213
Tarea F21: Realizar prototipos a partir del diseño de estructuras de packaging	213
Tarea F22: Desarrollar prototipo final	213
Resultados Etapa D: Selección de aplicación de diseño para el material	215
Actividad D1: Identificación de las principales propiedades del material	216
Tarea D11: Reconocer propiedades físico-mecánicas	216
Tarea D12: Reconocer propiedades de trabajabilidad	218
Tarea D13: Reconocer propiedades frente a factores ambientales	220
Actividad D2: Proposición de una aplicación de diseño basado en el material	221
Tarea D21: Identificar posibles aplicaciones de uso a partir de las principales propiedades del material	221
Tarea D22: Seleccionar una aplicación de diseño utilizando una matriz de factibilidad e impacto	223
Resultados Etapa E: Definición de usuario y atributos de diseño	229
Actividad E1: Construcción de arquetipo	230
Tarea E11: Levantar información de usuario mediante entrevista	230
Tarea E12: Desarrollar mapa de empatía a partir de información levantada	233
Actividad E2: Selección de atributos de diseño	235
Tarea E21: Determinar requerimientos de diseño	235
Tarea E22: Determinar atributos de diseño	236

Resultados Etapa F: Elaboracion de propuesta final	239
Actividad F1: Desarrollo de prototipo formal	240
Tarea F11: Identificar elementos y conceptos asociados al producto	240
Tarea F12: Realizar prototipos a partir del diseño de estructuras de packaging	241
Tarea F13: Desarrollar prototipo final	254
Actividad F2: Desarrollo de la identidad del producto	264
Tarea F21: Generar mapa conceptual y concepto final	264
Tarea F22: Desarrollar propuesta formal de logotipo	265
CONCLUSIONES	269
PROYECCIONES	270
LISTA DE REFERENCIAS	273
ANEXOS	282

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1: Lengua glaciar Skaftafellsjökull, 1989	5
Imagen 2: Lengua glaciar Skaftafellsjökull, 1920	6
Imagen 3: Resumen marco de investigación	8
Imagen 4: Resumen metodológico Fase II	10
Imagen 5: Resumen metodológico Fase III	11
Imagen 6: Autorretrato fotográfico de Rachel Jamieson	13
Imagen 7: Estatua de Benkos Biohó en San Basilio de Palenque	14
Imagen 8: Ritual sagrado Chudakarana	16
Imagen 9: Tradición rumana A Loa Motul	16
Imagen 10: Sijes con turbante (izquierda) y con espada (derecha)	17
Imagen 11: Hombre (izquierda) y joven con dreadlocks (derecha)	18
Imagen 12: Hombre navajo (izquierda). Mujer navajo (derecha)	18
Imagen 13: Trenzados de mujeres de la cultura yoruba	19
Imagen 14: Samurai (izquierda). Luchador de sumo (derecha)	19
Imagen 15: Trenzado de mujeres quechua.	20
Imagen 16: Pintura antigua de mujeres con uniceja	20
Imagen 17: Mujer viuda de Madagascar	21
Imagen 18: Mujeres masái de cabeza afeitada	21
Imagen 19: Dibujo de esclavos africanos en barcos y mujeres africanas con afro	22
Imagen 20: Dibujo de la tonsura del cabello	23
Imagen 21: Hombre con tonsura en el cabello	23
Imagen 22: Grupo de mujeres afrodescendientes con cornrows	24
Imagen 23: Pintura de esclavos criollos. Mujeres caminando con tignon en sus cabezas	25
Imagen 24: Pintura de mujer esclava criolla con tignon en la cabeza	25
Imagen 25: Bodega nazi con bolsas de pelo humano	26
Imagen 26: Hombre rapando cabeza de mujer francesa antes del «desfile»	26

Imagen 27: Dennis Rodman con peinado en apoyo a la comunidad gay en relación con la epidemia del sida	27
Imagen 28: Mujer iraní cortando su pelo en protesta por Mahsa Amini	28
Imagen 29: Estructura de una hebra de cabello	30
Imagen 30: Ciclo de crecimiento del pelo y sus fases	32
Imagen 31: Gráfico de Importación y exportación del flujo de mercado, y peso neto, de pelo humano y productos fabricados a partir de pelo humano, en dólares estadounidenses (USD) y toneladas (t), en los años 2019, 2020 y 2021	35
Imagen 32: Hombre asiático transportando pelo humano	36-37
Imagen 33: Cruce peatonal ubicado en Santiago	40-41
Imagen 34: «topless man lying on white bed»	42-43
Imagen 35: Gráfico de género vs rango etario de encuestados	43
Imagen 36: Nube de palabras de los roles del pelo.	44
Imagen 37: Nube de palabras de las palabras asociadas a «pelo», instancia 1	44
Imagen 38: Nube de palabras sobre discriminación y pelo	45
Imagen 39: Nube de palabras asociadas a «pelo», instancia 2	46
Imagen 40: Miles de hectáreas deforestadas en Sumatra, Indonesia	48
Imagen 41: Diagrama de mariposa de la economía circular	50
Imagen 42: Esquema de actores y roles de Ley REP	53
Imagen 43: Disposición final de los residuos NP generados en Chile entre los años 2015 y 2020	55
Imagen 44: Reserva/Déficit Ecológico mundial. Verde indica reserva ecológica y rojo indica déficit ecológico en los rangos señalados	57
Imagen 45: Extremo del cuerpo seco de un cactus «Echinopsis chiloensis»	58-59
Imagen 46: Microscopía de un pelo humano con luz polarizada	60
Imagen 47: Relación entre degradable, biodegradable y compostable	62
Imagen 48: Gránulos de almidón bajo lente microscópico	64-65
Imagen 49: Producción global de fibras (amarillo), emisión global de dióxido de carbono (fibras) (verde) y consumo global de agua (fibras) (azul).	66

Imagen 50: Derrumbe del sweathop Rene Plaza (Bangladesh) donde murieron 1.134 personas y 2.000 terminaron heridas	68
Imagen 51: Fibras de hoja de piña Anam PALF	70
Imagen 52: Colaboración PIÑATEX x CAT FOOTWEAR	70
Imagen 53: Muestras de DESSERTO sobre nopales (materia prima)	71
Imagen 54: Colaboración DESSERTO x ADIDAS	71
Imagen 55: Comparación de muestras de MIRUM	72
Imagen 56: Colaboración MIRUM x CAMPER	72
Imagen 57: Muestra de MYLO	73
Imagen 58: Colaboración MYLO x LULULEMON	73
Imagen 59: Muestras de MALAI	74
Imagen 60: Producto fabricado con MALAI, por Malai Eco	74
Imagen 61: Laboratorio de Spora Biotech	75
Imagen 62: Micotextil desarrollado por Spora Biotech	75
Imagen 63: Muestras de Woodpack	76
Imagen 64: Packaging de Woodpack	76
Imagen 65: Exploraciones con arena del desierto como alternativa al hormigón bajo en carbono	78
Imagen 66: Diagrama del método de Material Driven Design	81
Imagen 67: «The What Ifs»	82
Imagen 68: Probetas resultantes de la exploración material con residuo pelo humano y diferentes aglomerantes	84
Imagen 69: Boceto y vaso del proyecto Contemporary Vanitas	85
Imagen 70: Colchones Agropelo instalados en plantación de olivos	85
Imagen 71: chaleco tejido de hilado de pelo humano	86
Imagen 72: Asiento fabricado con PLA y pelo humano	86
Imagen 73: Peines y peinetas del proyecto Hair Highway	87
Imagen 74: Superficies metálicas decoradas con pelo humano	87
Imagen 75: Pelo humano pulverizado 1	89
Imagen 76: Pelo humano pulverizado 1	90
Imagen 77: Esquema metodológico de la Fase 2	91
Imagen 78: Pelo humano pulverizado 3	94-95
Imagen 79: (a) Pie de metro digital y (b) Balanza digital	99

<i>Imagen 80: Aparato para flexión cuero donde se indica (a) sujetador</i>	100
<i>Image 81: Doble de la probeta. Cara anterior (azul), cara posterior (roja)</i>	101
<i>Imagen 83: Equipo para medir resistencia al frote</i>	101
<i>Imagen 84: Instalación del testigo (fieltro)</i>	101
<i>Imagen 85: Paleta de transferencia de color</i>	102
<i>Imagen 86: Abrasímetro Taber, IndustriaHP</i>	103
<i>Imagen 87: Máquina de coser</i>	103
<i>Imagen 88: Aguja e hilo de poliéster</i>	104
<i>Imagen 89: Alicata de instalación de ojetillos</i>	104
<i>Imagen 90: Tenedor tipo punzón, artesanal</i>	104
<i>Imagen 91: Alicata de perforación para ojetillos</i>	104
<i>Imagen 92: Tijera genérica y cuchillo cartonero</i>	104
<i>Imagen 93: Vector rectangular para corte láser</i>	105
<i>Imagen 94: Logo fundación Matter of Trust Chile para grabado láser</i>	105
<i>Imagen 95: (arriba) Montaje principal, (a) Cubierta de fibra natural, (b) cubierta cerámica</i>	106
<i>Imagen 96: Disposición de sensores en relación con los sombreros</i>	107
<i>Imagen 97: Disposición de sensores en relación con el material</i>	107
<i>Imagen 98: Probeta y recipiente recolector de agua</i>	108
<i>Imagen 99: Montaje con Malla Raschel</i>	114
<i>Imagen 100: Primera probeta configurada del estadio previo</i>	116
<i>Imagen 101: Pelo donado por personas naturales y peluquería</i>	117
<i>Imagen 102: Remojo de pelo en agua, proceso de secado sin viento y procesos de secado con viento</i>	118
<i>Imagen103: Pelo humano dimensionado</i>	118
<i>Imagen 104: Pelo humano pulverizado</i>	119
<i>Imagen105: Contenedor para pelo humano dimensionado (izquierda) y contenedor para pelo humano pulverizado (derecha)</i>	120
<i>Imagen 106: Proporción de los ingredientes en PhGIMzV1</i>	122
<i>Imagen 107: Secuencia de la preparación de la mezcla, en orden alfabético</i>	123
<i>Imagen 108: Extensión de la mezcla entre láminas de PEAD</i>	124
<i>Imagen 109: Probeta configurada sobre lámina de PEAD</i>	124
<i>Imagen 110: Probeta deshidratada</i>	126
<i>Imagen 111: Entrada al espacio de MOT Chile en HUB Providencia</i>	126
<i>Imagen 112: Placa de identificación de LICTEX</i>	126

Imagen 113: Secuencia del proceso de limpieza propuesta, en orden alfabético	133
Imagen 114: Probeta de pelo inicialmente sucio sin pulverizar	134
Imagen 115: Probeta de pelo pulverizado inicialmente sucio	134
Imagen 116: Tijera dentada para cabello	135
Imagen 117: Contenedor de pelo pulverizado	136
Imagen 118: Rejilla con soportes	137
Imagen 119: Rejilla con soporte sobre pelo	137
Imagen 120: Manipulación de rejilla	137
Imagen 121: Batidora	138
Imagen 122: Aglomeración de pelo pulverizado	138
Imagen 123: Superficies A, B, C y D respectivamente	139
Imagen 124: Probetas deshidratadas en superficies A, B, C y D	139
Imagen 125: Probeta de vidrio rugoso (A), vidrio liso (B), superficie de lona (C) y superficie de MDF (D)	140
Imagen 141: Cara en contacto con PEAD	141
Imagen 142: Cara en contacto con vidrio rugoso	141
Imagen 143: Cara en contacto con MDF rugoso	141
Imagen 144: Gráficos y resultados en relación al aumento del residuo al 6%, 5% y 4% en relación con el total de la mezcla	142
Imagen 145: Gráficos y resultados en relación a la disminución de maicena, vinagre y glicerina en relación con el total de la mezcla	143
Imagen 146: Construcción de deshidratadora	144
Imagen 147: Exterior de deshidratadora	144
Imagen 148: Interior de deshidratadora	144
Imagen 149: Surcos formados por contracción de PEAD	145
Imagen 150: Surcos presentes en probeta configurada con PEAD	145
Imagen 151: Mezcla lista para configuración sobre teflón	146
Imagen 152: Mezcla vertida sobre molde	146
Imagen 153: Probeta configurada sobre molde de teflón de 400 x 600 mm	147
Imagen 154: Molde ingresando a la deshidratadora	148
Imagen 155: Probeta deshidratada	148
Imagen 156: Flujo de trabajo de la logística productiva del material homobasado	149

Imagen 157: Material expulsando agua retenido	150
Imagen 158: Dos formatos de 230 x 340 mm. Aceite de linaza y aceite de oliva	152
Imagen 159: Aplicación con pincel de aceite de linaza	152
Imagen 160: Mezcla de aceite de oliva con cera de soya y aceite de linaza con cera de soya	153
Imagen 161: Huaípe para aplicar la mezcla sobre el material	153
Imagen 162: Formatos post aplicación de mezclas	153
Imagen 163: Deshidratadora utilizada para proceso de secado a 80 celsius por 24 horas en el BioLab FAU	153
Imagen 164: Probetas inmersas en agua destilada	155
Imagen 165: Probetas tras 16 horas de quitarlas del medio acuoso	155
Imagen 166: Variación que incluye cera de soya	156
Imagen 167: Variación original	156
Imagen 168: Variación solo con aceite de linaza	156
Imagen 169: De izquierda a derecha: variación solo aceite de linaza, variación original, variación que incluye cera de soya	157
Imagen 170: Probetas de variación original al 5%, al 10% y tela testigo. Ensayo en seco	158
Imagen 171: Probetas con aceite de linaza al 5%, al 10% y tela testigo. Ensayo en seco	158
Imagen 172: Probetas que incluyen cera de soya al 5%, al 10% y tela testigo. Ensayo en seco	159
Imagen 173: Probeta que incluye cera de soya al 5% y tela testigo. Ensayo en humedo	159
Imagen 174: Ensayo de resistencia a la abrasión de Taber en progreso	160
Imagen 175: Residuo producto del desbaste del material homobasado	161
Imagen 176: Probeta de abrasión de la variación original	162
Imagen 177: Probeta de abrasión con aceite de linaza	162
Imagen 178: Probeta de abrasión que contiene cera de soya	163
Imagen 179: Evaluación del rastro dejado en el testigo por el material homobasado	164
Imagen 181: Cortes rectos y curvos con cuchillo cartonero y tijera	166
Imagen 182: Acercamiento a corte con cuchillo cartonero	166
Imagen 183: Perforaciones normales e incompletas	167
Imagen 184: Ojetillo instalado	167
Imagen 185: Patrón de costura marcado	185
Imagen 186: Una línea de costura terminada	186
Imagen 187: Líneas de costuras terminadas	187

Imagen 188: Inicio del proceso del costura	169
Imagen 189: Exploración de costura sobre dos capas de material	169
Imagen 190: Acercamiento a costuras	169
Imagen 191: Piezas para coser un objeto de mano tipo monedero	170
Imagen 192: Cartera de mano o monedero unido en su base	170
Imagen 193: Cartera de mano abierto, con detalles finales	171
Imagen 194: Cartera de mano cerrada, con detalles finales	171
Imagen 195: Proceso de corte láser	172
Imagen 196: Rectángulo resultante del corte láser	172
Imagen 197: Resultado grabado láser	173
Imagen 198: Resultado de grabado láser a contraluz	173
Imagen 199: Material sobre tierra húmeda, día 0, día 7, día 15 y día 30	174
Imagen 200: Material sobre tierra húmeda días 37, 45, 52 y 60	175
Imagen 201: Material sobre tierra húmeda días 67, 75, 82 y 90	176
Imagen 202: Material sobre tierra húmeda días 120, 141, 179 y 190	177
Imagen 203: Diferencia de grosor entre día 7 y 141	178
Imagen 204: Fenómeno de sinérisis en muestras de material homobasado	181
Imagen 205: Agua recolectada el día 5, 11 y 13	182
Imagen 206: Probeta al día 6, 15 y 30	184
Imagen 207: Resultados del nivel sensorial	186
Imagen 208: Resultados del nivel afectivo	186
Imagen 209: Nube de palabras de los resultados y las imágenes asociadas a estos significados	187
Imagen 210: Sombra del autor proyectada en el material homobiobasado	191
Imagen 211: Elementos y conceptos claves en relación a la percepción de las personas sobre el pelo humano	192
Imagen 212: Elementos y conceptos claves en relación el rol identitario del pelo humano	193
Imagen 213: Mapa conceptual y concepto final	194
Imagen 214: Mapa conceptual de la identidad del material	195
Imagen 215: Definición de los elementos gráficos complementarios, en el nombre de la identidad	196
Imagen 216: Propuesta formal del logo del material, en diferentes configuraciones	197
Imagen 217: Múltiples capas de materia homobiobasado	199

Imagen 218: Material homobiobasado con cielo de fondo	200
Imagen 219: Esquema metodológico de la Fase 3	201
Imagen 220: Degradación de material tras 200 días en contacto con tierra húmeda	205
Imagen 221: Persona cubierta de «post it»	214
Imagen 222: Mapa mental de las posibles aplicaciones de uso	222
Imagen 223: Matriz factibilidad e impacto con las aplicaciones dispuestas en el lienzo	223
Imagen 224: Brote creciendo desde el material	227
Imagen 225: Cuerpo de figura humana articulada de madera	228
Imagen 226: Observaciones de las aplicaciones de uso en relación con su impacto y factibilidad	230
Imagen 227: Observaciones de las aplicaciones de uso en relación con su impacto y factibilidad	231
Imagen 228: Observaciones de las aplicaciones de uso en relación con su impacto y factibilidad	232
Imagen 229: Mapa de empatía	233
Imagen 230: Hombre trasplantando a una maceta más grande 1	234
Imagen 231: Hombre trasplantando a una maceta más grande 2	235
Imagen 232: Macetas	237
Imagen 233: Interior de prototipo	239
Imagen 234: Esquema del desarrollo de la descripción conceptual del producto	240
Imagen 235: Plantilla A y volumen tridimensional en papel	241
Imagen 236: Plantilla B y C con volúmenes tridimensionales en papel	242
Imagen 237: Plantilla D y E con volúmenes tridimensionales en papel	243
Imagen 238: Plantilla C en papel y material homobiobasado. Merma resultante del proceso de corte	245
Imagen 239: Volumen tridimensional de plantilla C en material homobiobasado	246
Imagen 240: Plantilla E en papel y material homobiobasado (sin cortar)	247
Imagen 241: Volumen tridimensional de plantilla E en material homobiobasado	248
Imagen 242: Dos volúmenes de plantilla C y dos volúmenes de plantilla E y volumen C a contraluz con vista del interior	249
Imagen 243: Resumen de los concursos de emprendimiento en que el autor participó con el prototipo tipo germinador	251
Imagen 244: Prototipo tipo germinador para plantas	252
Imagen 245: Publicación de Xinncap sobre los ganadores del concurso MI GRAN PITCH SUSTENTABLE	253
Imagen 246: Base de propotitpo tipo germinador a contraluz	254
Imagen 247: Plantilla F con pestañas tipo gancho (izquierda) y volumen resultante (derecha)	255

Imagen 248: Secuencia 1 de armado para volumen de plantilla F, pasos 1, 2 y 3	256
Imagen 249: Secuencia 2 de armado para volumen de plantilla F, pasos 4, 5 y resultado	257
Imagen 250: Nueva plantilla con pestañas tipo gancho (izquierda) y acercamiento a las perforaciones en las esquinas de la	258
Imagen 251: Plantilla a contraluz (izquierda) y volumen resultante de su construcción (derecha)	259
Imagen 252: Interior del prototipo (izquierda) y una de las caras del sistema de cierra tipo gancho (derecha)	260
Imagen 253: Diferencia entre maceta de 1L tradicional y Enraizando. Trasplante de albahaca a dispositivo.	261
Imagen 254: Recorrido del agua filtrada por la unión de los ganchos/pestañas de cierre (izquierda) y rastro de filtración por parte baja (derecha)	262
Imagen 255: Montaje para observar la evolución de la planta y el dispositivo	263
Imagen 256: Mapa conceptual del concepto final asociado al producto	264
Imagen 257: Esquema para definir formas asociadas al concepto de ENRAIZANDO	265
Imagen 258: Proceso de bocetaje para la propuesta final	266
Imagen 259: Propuesta final para logo en diferentes configuraciones	267
Imagen 260: Fotomontaje 1, mólipa como textil para sombra	270
Imagen 261: Fotomontaje 2, mólipa como textil para uso náutico	271

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Utilización del residuo pelo humano y atributos claves	38-39
Tabla 2: Indicadores de evaluación del nivel de transición a la circularidad con metas intermedias al 2030 y de largo plazo al 2040	51
Tabla 3: Clasificación de biopolímeros	63
Tabla 4: Etapa A, actividades y tareas	93
Tabla 5: Etapa B, actividades y tareas	97
Tabla 6: Etapa C, actividades y tareas	111
Tabla 7: Actores y observaciones de la tarea A11	120
Tabla 8: Actores y observaciones de la tarea A12	125
Tabla 9: Actores, observaciones y propuestas de la tarea A11	129
Tabla 10: Actores, observaciones y propuestas de la tarea A12	131
Tabla 11: Densidad de variaciones del material	154
Tabla 12: (0) Masa inicial. (1) Masa +8h inmersión en agua. (2) Masa +16h a temperatura ambiente (posterior a masa 1)	154
Tabla 13: Porcentaje de absorción y expulsión del material	154
Tabla 14: Comparación de lectura UV en día soleado y día nublado	179
Tabla 15: Agua recolectada por el material en un periodo de 30 días	183
Tabla 16: Etapa D, actividades y tareas	203
Tabla 17: Etapa E, actividades y tareas	207
Tabla 18: Etapa F, actividades y tareas	211
Tabla 19: Resumen de características físicas del material	216
Tabla 20: Resumen de las propiedades mecánicas del material	217
Tabla 21: Valor y criterios de evaluación para corte manual, perforación, corte láser y grabado láser	218
Tabla 22: Resumen de características físicas del material	219
Tabla 23: Resumen de características físicas del material	220
Tabla 24: Observaciones de las aplicaciones de uso en relación con su impacto y factibilidad	224
Tabla 25: Observaciones de las aplicaciones de uso en relación con su impacto y factibilidad	226
Tabla 26: Requerimientos y atributos de diseño	236
Tabla 27: Observaciones y decisiones sobre los volúmenes construidos a partir de las plantillas A, B, C, D y E	244
Tabla 28: Observaciones y decisiones sobre los volúmenes construidos a partir de las plantillas A, B, C, D y E	250

INTRODUCCIÓN

El siguiente proyecto se centra en el desarrollo de un material compuesto homobiobasado, o basado en biomasa humana, a partir de pelo humano y aglomerantes naturales, con el fin de resignificar, valorizar y postular el residuo pelo humano como una materia prima.

A lo largo de la historia, millones de comunidades, pueblos, ciudades y naciones han desarrollado una identidad cultural cargada de tradiciones y costumbres. Identidades que se manifiestan desde el comportamiento y la apariencia, y de este último, una aparencia en donde ciertos individuos expresan intencionalmente parte de su identidad a través de su cabello. Para algunos, el pelo es un medio que marca hitos culturales que se rigen por ciertas normas y reglas. Para otros, el pelo se transformó en un elemento político que ha sido abordado, por una parte, para violentar a otras culturas respecto de sus pensamientos o creencias, y por otra parte, como símbolo de lucha y resistencia antes estos actos de injusticia. Las maneras de conmemorar el pelo, o de violentarlo, han levantado barreras éticas y morales en cuanto a qué cosas se puede hacer con él después que abandona el cuerpo.

Desde la morfofisiología, el pelo es una fibra natural renovable, biodegradable y disponible a nivel mundial, tanto en personas como en mamíferos. Altamente resistente a la tracción, flexible, aislante térmico y protector, son parte de las propiedades del pelo que lo han propuesto como una materia prima para campos de estudio como la medicina, ingeniería, agricultura, es tética, arquitectura, entre otros. A pesar de esto, en Chile se generan más de 500 toneladas mensuales de residuo pelo humano, donde una pequeña parte de este volumen se utiliza en esta investigación para desarrollar el material homobiobasado.

Desde los residuos, el Ministerio del Medio Ambiente de Chile presenta una hoja de ruta que propone siete metas para el año 2040 en torno a cuatro ejes de acción desde lo circular: innovación, cultura, regulación y territorios. Entre las 7 metas reconocidas, cuatro tienen relación con la disminución de los residuos generados y el aumento del reciclaje. Metas que se alinean con la valorización y gestión de residuos inusuales como el pelo humano.

Desde las estrategias circulares, existe un creciente demanda por materiales de origen natural y desarrollados a partir de polímeros de fuentes renovables. Estos materiales se describen como biomateriales y desde el Diseño se abordan utilizando residuos como una alternativa para desarrollar aplicaciones de uso que permitan mitigar las problemáticas medioambientales que estos residuos generan. Esta investigación contempla el diseño de una aplicación de uso considerando criterios de sustentabilidad que responden a estrategias de la economía circular.

Desde lo material, la aplicación de Diseño del material se aborda desde el método Material Driven Design, cuyo proceso de Diseño comienza desde la materialidad y desde la identificación de las propiedades tanto técnicas como perceptuales del material. Donde la estrategia para evaluar la percepción del material describe un diálogo entre el material y el usuario más cercano, permitiendo evaluar el material desde diferentes puntos de vistas y así, abrir caminos de posibilidades que no se tenían en consideración de haber sido abordados de otro modo.

Desde lo metodológico, el proyecto pretende reflexionar en relación con la manera en que nos relacionamos con el entorno, y como desde nuestra curiosidad por explorar e investigar, es posible otorgar valor a algo que socialmente nunca tuvo.

FASE CERO

PROBLEMA

DE INVESTIGACIÓN



Imagen 1: Lengua glaciar Skaftafellsjökull, 1989
Por: Colin y Kieran Baxter [Universidad de Dundee]



Imagen 2: Lengua glaciar Skaftafellsjökull, 2020
Por: Colin y Kieran Baxter [Universidad de Dundee]

ENFOQUE

El pelo humano provee al cuerpo de importantes funciones, tales como aislamiento térmico, refrigerante y prevención de agentes externos, además de extender el sentido del tacto a través de su función receptora sensorial que permite mejorar las acciones protectoras (Robbins, 2012). Mientras que las funciones del cabello y los vellos son comunes para todos humanos, las características como densidad, grosor, tasa de crecimiento, pigmentación y grado de curvatura están determinadas por el origen, edad, genotipo y otros factores propios de cada individuo y su contexto (Buffoli et al., 2014). La gran resistencia, flexibilidad y durabilidad, junto a otras características del pelo humano, permiten postular a sus hebras como fibras naturales con un alto potencial como material de refuerzo (Varghese et al., 2017).

Existe un gran mercado en torno al pelo, donde solamente India exportó aproximadamente US\$238 millones (2010) e importó cerca de US\$1.24 billones en productos hechos a partir de «residuo pelo humano» (Gupta, 2014). A pesar de estas actividades económicas, y considerando las propiedades materiales que el pelo presenta, la condición de «residuo» o «basura» sigue aún muy presente en las sociedades.

¿Por qué el pelo humano pierde su valor cuando abandona los cuerpos?

Una posible respuesta guarda relación con la gran carga sociocultural presente en el pelo humano como un elemento identitario estético, espiritual y diferenciador, entre otros. Una carga sociocultural entrelazada con la cultura de diferentes naciones a través de diversos contextos históricos (Anexo X).

El cabello desatendido y despojado de valor puede generar daños en los ecosistemas acuáticos desde su actividad biológica, bloquear los sistemas de drenaje municipales desde su acumulación, dañar los pulmones desde su inhalación en pequeñas cantidades y contaminar con los gases de efecto invernadero producto de su incineración en los vertederos (Brebú y Spiridon, 2011; Gupta, 2014). Según la fundación Matter of Trust Chile [MOT Chile], en el país se generan mensualmente alrededor de 500 toneladas de «residuo pelo humano» y solamente el 0.1% es gestionado (González, 2021). Esta gestión es parte de una iniciativa de MOT Chile quienes recuperan pelo cortado desde una red de más de 250 peluquerías asociadas a la fundación a nivel nacional.

¿Qué pasa con el pelo humano que no se gestiona?

Así como muchos otros residuos, estos sean domiciliarios, municipales o industriales, estos terminan (usualmente) en vertederos, rellenos sanitarios, y, en ciertos casos, muchos ni siquiera alcanzan a llegar a un basurero y terminan en el entorno, contaminando de manera directa el ecosistema en el que se presenta (Ministerio del Medio Ambiente, 2023). La lógica de producción y de consumo de la sociedad chilena, que, durante años ha seguido un modelo económico lineal, junto a la gran cantidad de residuos que se generan, ha permitido que el territorio chileno se encuentre en un estado de déficit ecológico. Chile es uno de los pocos países en Sudamérica que es incapaz de recuperarse biológicamente de la demanda de los recursos de su población, donde año tras año, el país consume sus recursos anuales cada vez con mayor anticipación (Global Footprint Network et al., 2022). Esto no es un caso aislado de Chile, más bien, se extiende a la realidad (promedio) de todo el planeta, donde el primer sobregiro ecológico se alcanzó en 1970 (World Wildlife Fund Chile, 2021).

El siguiente proyecto se articula desde las problemáticas medioambiental, sociocultural y económico ligadas al residuo pelo humano. Residuo con un potencial material desconocido y/o poco explorado. Residuo cuestionable desde lo ético y desde lo moral, cuyas propiedades se pueden poner en valor utilizando estrategias de gestión circulares.

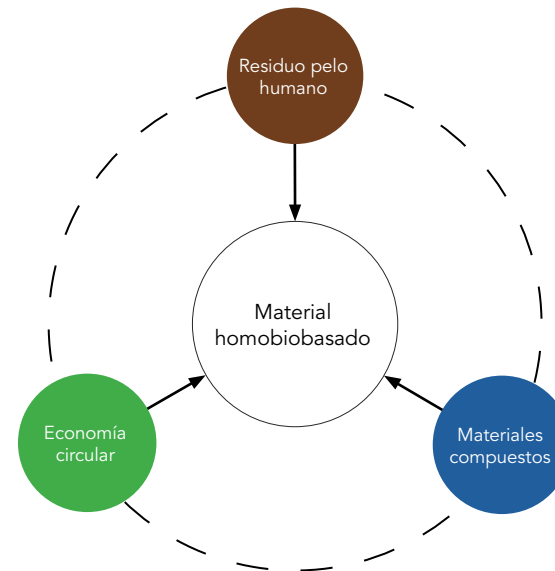


Imagen 3: Resumen marco de investigación

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Es posible resignificar y valorizar el residuo pelo humano a través del desarrollo de un material compuesto biobasado que utilice este residuo como materia prima?

OBJETIVO GENERAL

Resignificar y valorizar el residuo pelo humano mediante el desarrollo de un material compuesto basado en el residuo pelo humano para la producción de una aplicación de Diseño coherente a las propiedades del material.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- A** Mejorar y caracterizar un material compuesto homobiobasado desarrollado por el autor, a partir del residuo pelo humano y aglomerantes naturales.
- B** Generar una identidad de para el material compuesto homobasado a partir del contexto psico-sociocultural del pelo humano en el territorio chileno.
- C** Proponer una aplicación de Diseño basado en las propiedades del material compuesto homobiobasado.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

FASE UNO: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La fase uno del proyecto tiene un carácter teórico y se identifican los estudios relevantes en relación con el residuo, la economía circular, los materiales compuestos y la metodología Material Driven Design que aborda el Diseño de productos desde la materialidad y la percepción de estas.

FASE DOS: DEL CUERPO AL MATERIAL

La fase dos considera una arista teórica y una práctica, en las cuales se contempla el mejoramiento de un material compuesto homobiobasado de pelo humano, su caracterización técnica y perceptual, y la elaboración de una identidad para el material.

FASE II: DEL CUERPO AL MATERIAL

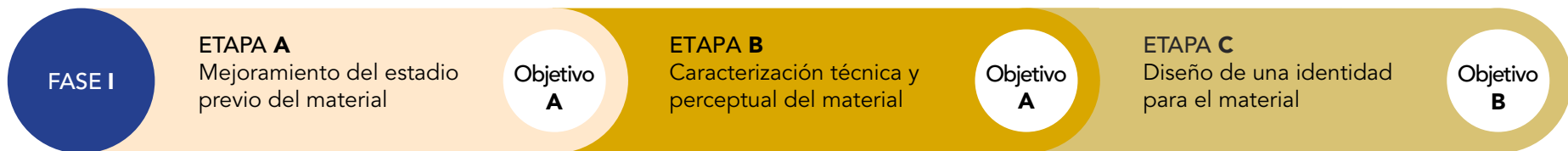


Imagen 4: Resumen metodológico Fase II

FASE TRES: DEL MATERIAL AL OBJETO

La fase tres presenta un carácter teórico-experimental, donde considera la selección de la aplicación de uso a través un análisis de impacto y esfuerzo, la construcción del arquetipo, la selección de los atributos de diseño y el desarrollo de la propuesta formal.

FASE III: DEL MATERIAL AL OBJETO

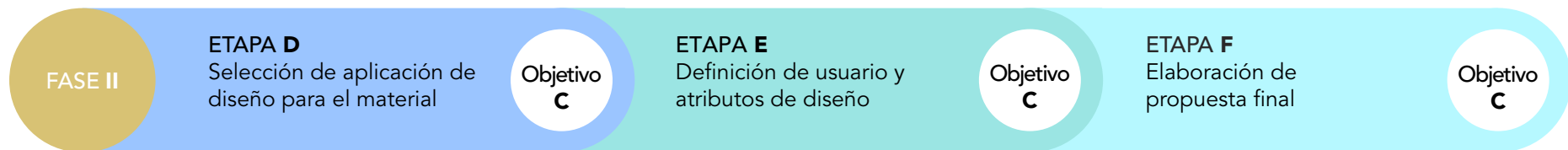


Imagen 5: Resumen metodológico Fase III

FASE UNO

REVISIÓN

BIBLIOGRÁFICA



Imagen 6: Autorretrato fotográfico de Rachel Jamieson
Por: Rachel Jamieson



Imagen 7: Estatua de Benkos Biohó en San Basilio de Palenque
Por: Carlos Bustamante R.

PELO HUMANO 1

HISTORIA

El pelo humano constituye parte de la identidad de las personas y, a lo largo de la historia, a este se le atribuye una gran carga simbólica, siendo reconocido y utilizado en todas las culturas bajo diversas costumbres y tradiciones. Y es que el pelo cumple un rol fundamental en la comunicación no verbal del ser humano, sirviendo como un elemento visual caracterizador y diferenciador de cada individuo. Human Material Loop (2022), Konstantinos Anastassakis (2022), Victoria Sherrow (2006) y Scott Lowe (2016) recopilan en detalle el uso del cabello a partir de aspectos socioculturales: desde la simbología en la determinación de una clase social, estado marital, edad, religión y otras representaciones de una cultura, hasta su utilización como una forma de manifestación a favor, y en contra, de la libertad de expresión y los derechos humanos.

Esta investigación describe parte de la historia del pelo en lo que se refiere a ritos y prácticas socioculturales, y a las diversas maneras en que el pelo ha servido; por una parte, como símbolo de humillación, opresión; y por otra parte, como símbolo de resistencia y activismo.

TRADICIONES Y COSTUMBRES

Las tradiciones marcan hitos en la vida de la persona y en muchas culturas, estas costumbres se enmarcan en la expresión a través del cabello; por un lado, desde la iniciativa del individuo en su búsqueda interna; por otro lado, desde el seguimiento de las normas y reglas dentro de su cultura. Algunas de estas tradiciones serán revisadas a continuación:

CHUDAKARANA

En los textos sagrados del hinduismo, o vedas, existen 16 ritos sagrados de transición en la vida de los creyentes, entre los cuales se encuentra el *chudakarana*: un rito en el cual a los bebés entre 40 días y 4 años se les afeita la cabeza dejando un mechón pequeño en su coronilla. Este rito simboliza la eliminación de los rasgos indeseables arrastrados de vidas pasadas, permitiendo que el bebé crezca limpio y puro.



Imagen 8: Ritual sagrado Chudakarana.

A LOA MOTUL

Los rumanos tienen una expresión llamada *a loa motul*, que viene de la tradición de cortar el cabello de un bebé por primera vez. Esto se realiza en un evento organizado por los padres del bebé quienes congregan a familiares y amistades, un año después del bautismo. En este evento el padrino o madrina cortan una parte del cabello del bebé como el inicio de una ceremonia en la cual el infante debe escoger tres objetos entre varios, dispuestos en un gran recipiente. Estos objetos simbolizan ciertas características que se manifestaran en la vida del bebé y guardan relación con su utilización. Esto es, la elección de un lápiz o libro significará que poseerá gran inteligencia, así como el dinero, simbolizará riqueza.



Imagen 9: Tradición rumana «a loa motul».



AMRIT

En el sijismo, el bautizo es un proceso personal y voluntario de los sijes en el cual, uno de los principios adoptados es dejar crecer el pelo como símbolo de fuerza y santidad (aceptar el regalo de Dios, el pelo) (allure, 2018; BBC, 2009). Estos son bautizados a través de una ceremonia de iniciación llamada *Amrit*, en la cual adquieren un nuevo nombre y deben comenzar a «vestir» las 5 Ks;

- kesh*, pelo sin cortar;
- kara*, brazaletes de acero;
- kanga*, peine de madera;
- kaccha*, ropa interior de algodón;
- kirpan*, espada de acero.



Imagen 10: Sijes con turbante (izquierda) y con espada (derecha).

DREADLOCK

Los rastafaris buscan mantener el cuerpo libre de procesos artificiales como parte de su sistema e interpretación de la Biblia. Los *dreadlock* de los creyentes se forman naturalmente al dejar el cabello libre de cualquier proceso. Esto permite al rastafari conectar con la fuerza de Sansón, cuyo pelo representaba un juramento entre él y Dios, quien le otorga fuerza a cambio de no cortarse el cabello (allure, 2018).

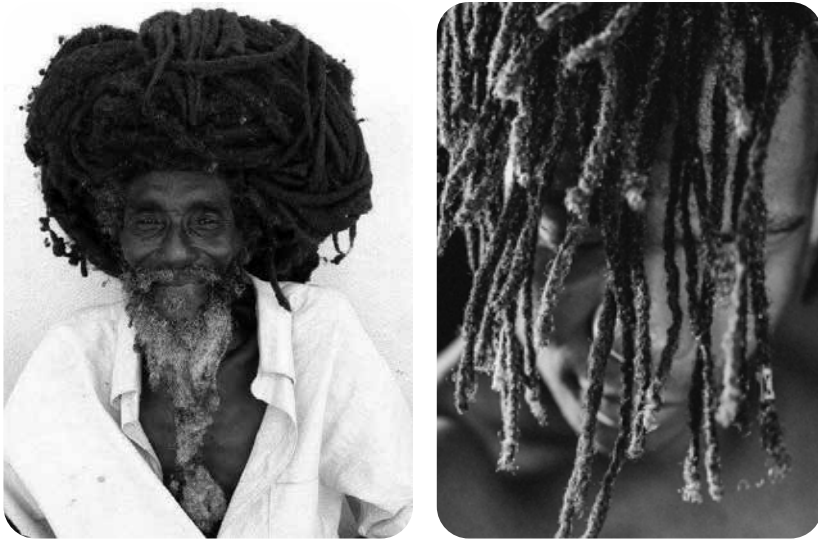


Imagen 11: Hombre (izquierda) y joven con dreadlocks (derecha).

NAVAJOS

Para los navajos, pueblo indígena estadounidense originario de Canadá, el cabello guarda relación directa con los pensamientos. Los nuevos pensamientos surgen desde el cuero cabelludo formando pelos, mientras que los más antiguos se posicionan en los extremos del pelo a medida que este crece, o a medida que el individuo genera más pensamientos (allure, 2018).



Imagen 12: Hombre navajo (izquierda). Mujer navajo (derecha).

YORUBA

En la cultura yoruba, una comunidad africana ancestral, las personas trenzaban su cabello para enviar mensajes a los dioses ya que, al ubicarse en la parte más elevada del cuerpo, creían que el cabello los conectaba con fuentes divinas.



Imagen 13: Trenzados de mujeres de la cultura yoruba.

CHONMAGE

El *chonmage* es una cola tradicional utilizada por samuráis (o espadachines japoneses) para mantener el casco de guerra firme en lo alto de su cabeza. El *chonmage* fue adoptado por los luchadores de sumo, el cual solo es cortado al momento de retirarse del sumo y es un acto ceremonioso. Cada persona importante en la vida de un luchador de sumo, esta sea un entrenador o un oponente, es invitado a la ceremonia a cortar el *chonmage*, siendo el entrenador la persona encargada de cortar la última parte.



Imagen 14: Samurai (izquierda). Luchador de sumo (derecha).

QUECHUA

Para las mujeres *quechua* de Perú, el pelo cumple uno de los roles más significativos dentro de la comunidad. Llevan el cabello largo y trenzado, y el número de trenzas representa su estado marital. Así, la comunidad puede identificar la situación amorosa de cualquier mujer: dos trenzas significan que la mujer *quechua* está casada, mientras que cualquier otra cantidad significa que se encuentra soltera.



Imagen 15: Trenzado de mujeres quechua.

UNICEJA

En la antigua Grecia la uniceja representaba la cúspide de la belleza e inteligencia. Debido a esto, las mujeres intentaban rellenar el espacio entre sus cejas desordenando las suyas u optando por pegarse una «peluca» hecha a partir pelo de cabra para quienes querían una sensación más auténtica.



Imagen 16: Pintura antigua de mujeres con uniceja.

MADAGASCAR

A las viudas se les prohíbe lavarse o arreglarse el cabello por 12 meses seguida la muerte de su esposo. Esto a modo de auto mortificación y para alejar a los demás hombres.



Imagen 17: Mujer viuda de Madagascar.

MASÁI

Las mujeres *masái* de Tanzania y Kenia definen el estándar femenino de belleza en torno a la elegancia de sus cabezas, afeitándola y adornándola con joyas.



Imagen 18: Mujeres masái de cabeza afeitada.

MANIFESTACIÓN Y ACTIVISMO

En el marco de lo sociocultural, varios grupos de personas han sufrido violaciones a los derechos humanos bajo sociedades hegemónicas racistas, xenófobas, sexistas y homófobas. A continuación, se describen situaciones en ciertos períodos en la historia en los cuales algunos grupos utilizan el pelo como símbolo de opresión, y otros grupos como símbolo de resistencia, protesta:

Esclavos africanos y el afro

En EE.UU y otros lugares de América, durante el siglo 15, a los esclavos negros provenientes de África se les forzaba a raparse el afro con el fin de despojarlos de su identidad cultural y espiritual. A raíz de esto, las personas negras evitaron por mucho tiempo el utilizar su cabellera natural, incluso después de su emancipación. Con la esperanza de encajar en la sociedad blanca, muchas mujeres negras utilizaban peines calientes para alisar su cabello. Sin embargo, el afro se populariza de la mano del movimiento de los derechos civiles, transformándose en un símbolo de carácter disruptivo en la interminable batalla contra el racismo.



Imagen 19: Dibujo de esclavos africanos en barcos y mujeres africanas con afro

Dinastía Qing y la tonsura

El Decreto de Tonsura o *Queue Order* consistió en una serie de leyes impuestas por parte de la dinastía Qing (pueblo minoritario) tras la derrota de la dinastía Ming, en el siglo 17. Para demostrar total sumisión al nuevo emperador, el Decreto de Tonsura impuso un peinado que consistía en afeitarse casi completa, dejando libre solamente el cabello de la coronilla para trenzarlo en una larga cola. Ley fuertemente resistida por toda la población, resultando en sangrientas rebeliones y luchas internas. En siglo 20, el último emperador de la dinastía Qing recortó su cola como símbolo del cambio de hábitos.

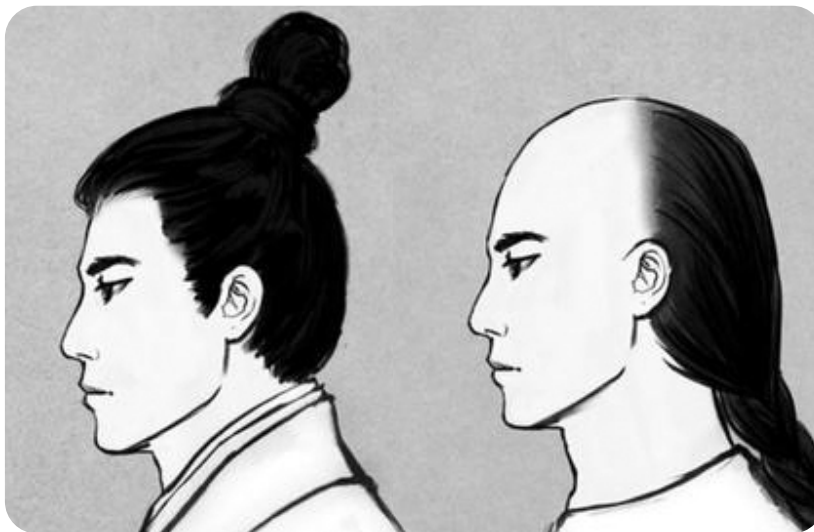


Imagen 20: Dibujo de la tonsura del cabello

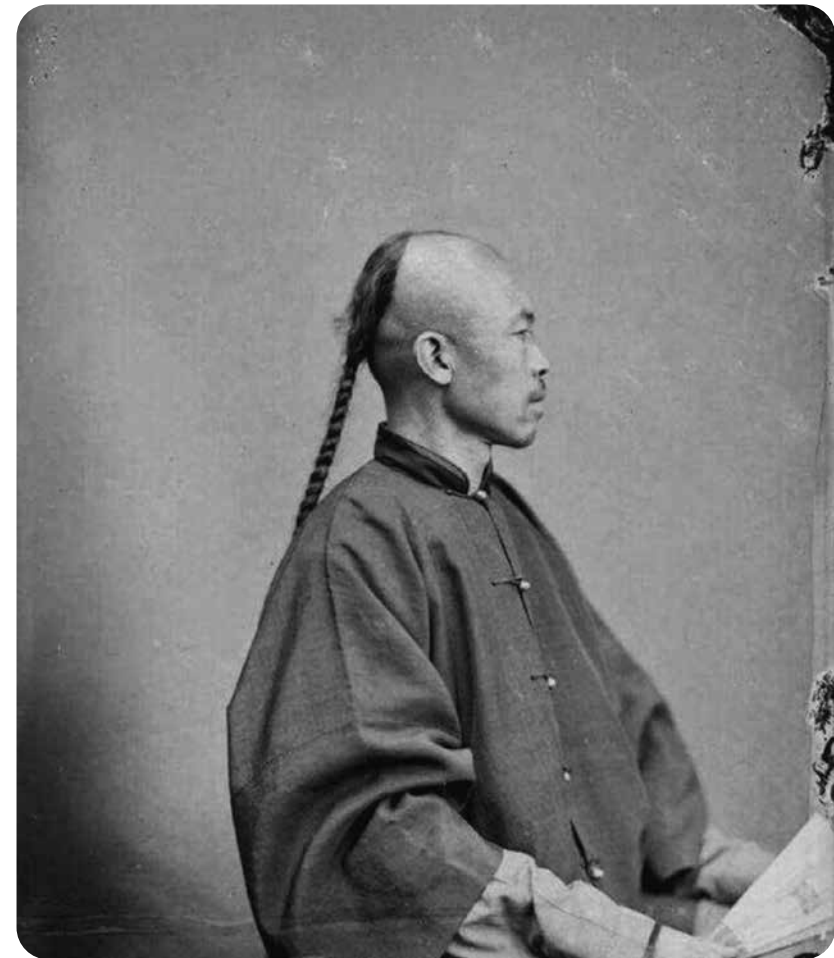


Imagen 21: Hombre con tonsura en el cabello

Esclavos afrodescendientes y las trenzas

En Colombia, durante los tiempos de esclavitud en el siglo 17, las mujeres utilizaban un estilo de trenza llamado *cornrows* o «filas de maíz» (haciendo referencia al tipo de cultivos que trabajaban). Si bien las trenzas pegadas al cuero cabelludo pertenecen al patrimonio cultural de los pueblos africanos y afrodescendientes, las *cornrows* fueron desarrolladas con un propósito distinto. Benkos Bioho, un rey africano capturado por portugueses escapa y construye una comunidad con la ayuda de más esclavos formando una guerrilla (hoy la ciudad de San Basilio de Palenque). Los guerrilleros crean una red de inteligencia para liberar a los demás esclavos en la cual desarrollan un nuevo lenguaje a partir de la idea de Benkos de utilizar las *cornrows* de las mujeres para enviar mensajes, informar de escapistas a partir de otros estilos, representar vías de escapes de las plantaciones, entre otros. Este estilo de cabellera permitió no levantar sospechas a los «dueños» y permitió a las mujeres ocultar semillas y oro entre sus trenzas, ayudándoles a sobrevivir posterior al escape (Brown, 2011; Hillary Chiwanza, 2020).



Imagen 22: Grupo de mujeres afrodescendientes con *cornrows*

Esclavas criollas y las Leyes de Tignon

El gobernador español Esteban Miró promulgó las Leyes Tignon en el siglo 18, que obligaban a las mujeres negras criollas (afrodescendientes nacidas en Sudamérica) a cubrir su pelo con una bufanda, pañuelo o *tignon* (especie de turbante) con el fin de «disminuir la atención» de los hombres blancos hacia estas mujeres. Esta ley buscaba someter al pueblo afrodescendiente y remover su identidad cultural.



Imagen 23: Pintura de esclavos criollos. Mujeres caminando con tignon en sus cabezas.



Imagen 24: Pintura de mujer esclava criolla con tignon en la cabeza

Alemania nazi

La Alemania nazi cortaba y afeitaba el pelo de los prisioneros en los campos de concentración, los cuales eran almacenados por la Oficina Principal Económica y Administrativa de las SS para luego ser vendidos a empresas alemanas como material.



Imagen 25: Bodega nazi con bolsas de pelo humano

Francia y el «desfile»

En un acto de tortura y humillación a las mujeres francesas acusadas de tener mantener relaciones íntimas con soldados alemanes durante la ocupación nazi les rapaban la cabeza y las obligaban desfilarse en público.



Imagen 26: Hombre rapando cabeza de mujer francesa antes del «desfile».

Dennis Rodman y la epidemia del sida

Dennis Rodman, jugador de baloncesto del equipo Chicago Bulls, se vuelve sujeto de conversación durante la época de los 90s y comienzos de los 2000s debido a sus constantes apariciones con diferentes estilos en el pelo. Estilos en los que muestra su personalidad y humanidad. En los 90s, se tiñe el pelo con el listón rojo para mostrar su alianza con la comunidad gay y concientizar sobre la epidemia del sida y VIH que los atacaba.

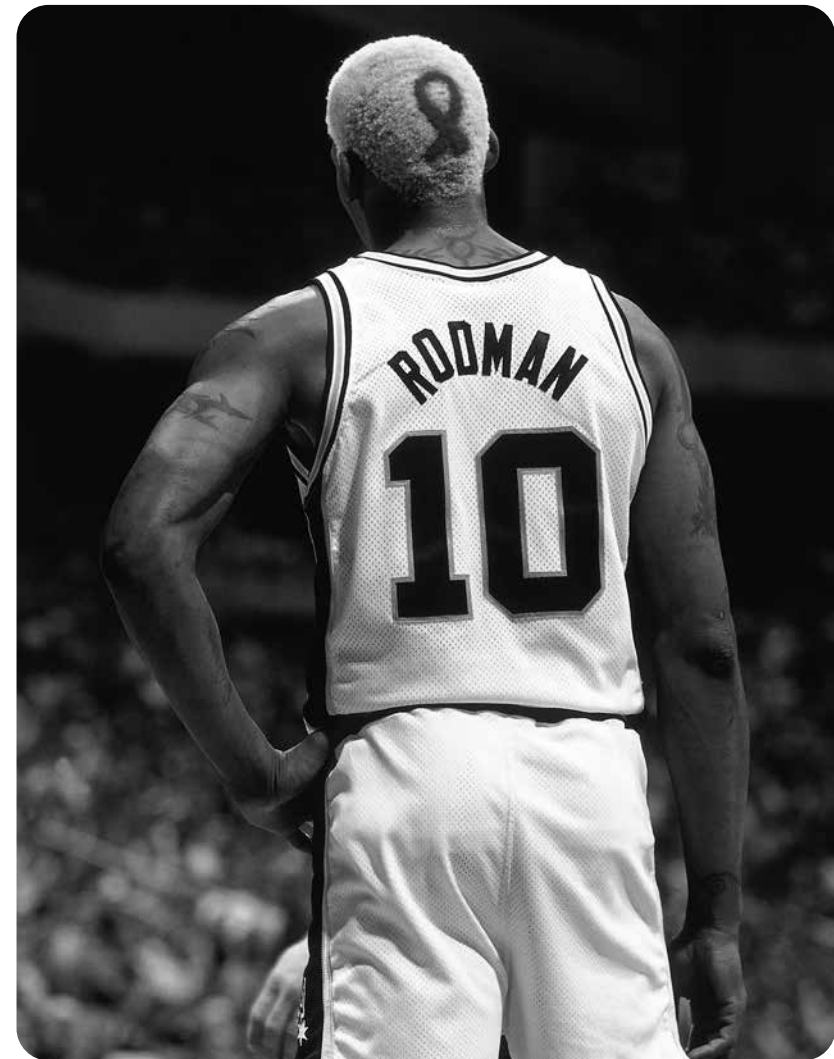


Imagen 27: Dennis Rodman con peinado en apoyo a la comunidad gay en relación con la epidemia del sida.

Irán y el hijab

En Tehran, a partir de unos de los decretos en torno al código de vestimenta de la república islámica, la policía de la moral iraní asesina a Mahsa Amini por el incorrecto uso del *hijab*. La joven de 22 años es rapada de su vehículo y llevada a un centro de «re-educación» donde, bajo custodia, es golpeada hasta caer inconsciente. Posteriormente la trasladan a un hospital, donde muere al tercer día, el 16 de septiembre de 2022 (Pourahmadi y Hallam, 2022). A raíz de este caso, las mujeres se iraníes empiezan a cortar su pelo como símbolo de protesta en honor a Mahsa Amini, en oposición al actuar de la policía de la moral, quienes han aterrorizado a las mujeres por años, y en contra del régimen islámico. A las manifestaciones se han sumado mujeres alrededor del mundo afeitando su cabello en espacios públicos o divulgando videos cortando su pelo. Según Shara Atashi, escritora y traductora, y Shima Babaei, activista iraní residente en Bélgica, la acción de cortarse el cabello tiene un significado histórico para las mujeres iraníes y del medio oriente, quienes al momento de perder a un ser querido se afeitan la cabellera como símbolo de un dolor profundo y de rabia (Alkhaldi y Ebrahim, 2022). Algunos registros de la acción de arrancarse o cortarse el cabello y su significado datan de literatura preislámica como La Épica de Gilgamesh (Sandars, 1977) y El libro persa de los reyes, Shahnameh (Ferdowsi, 2016).



Imagen 28: Mujer iraní cortando su pelo en protesta por Mahsa Amini

MORFOFISIOLOGÍA

El pelo es una estructura filamentosa que crece en la piel de los mamíferos, compuesta entre 65 a 95% de **queratina** y KAPs (proteínas asociadas a la queratina). El porcentaje restante se distribuye entre agua, lípidos, oligoelementos, pigmentos y otros componentes 51% de carbono, 21% de oxígeno, 17% de nitrógeno, 6% de hidrogeno y 5% de sulfuro (Robbins, 2012; Verma y Singh, 2016).

La queratina es una proteína fibrosa que se encuentra presente en plumas, cuernos, lana, garras, escamas, uñas, piel y pelos (Verma y Singh, 2016). Puede biodegradarse completamente en un par de meses debido a la acción de hongos queratinolíticos presentes en el suelo (Călin et al., 2017) y junto a su estructura, otorga a la hebra de pelo fuerza, alta resistencia a la tracción, flexibilidad, capacidad aislante, protección UV, entre otras.

La principal diferencia morfológica del pelo de los mamíferos es el diámetro de sus hebras, el cual tiene una relación inversa con su resistencia a la tracción, esto es, a mayor grosor menor resistencia a la tracción, siendo el pelo humano el más resistente con un diámetro promedio cercano a los 60 μm (Yang et al., 2020).

Cada hebra de cabello precisa dos estructuras que detallan en la imagen 29: el folículo piloso (o raíz pilosa) y el tallo (o eje). En primera instancia, el **folículo piloso** es una estructura que se ubica en la dermis y cambia de tamaño durante las fases del ciclo capilar. Esta estructura está conformada principalmente por vainas radiculares (interna y externa), melanocitos y la papila dérmica. En una segunda instancia, el **tallo** se va formando a medida que la raíz del pelo crece, saliendo del folículo piloso y atravesando la epidermis hasta configurar la compleja estructura filamentosa del pelo. El tallo está conformado de tres partes detalladas por Robbins (2012) y Buffoli et al. (2014): **la cutícula, la corteza y la médula**. La cutícula es una capa protectora formada por una serie de estructuras con forma escamosa y la corteza es un conjunto de células conformadas en un 50 a 60% de matrices fibrosas que, a su vez, están constituidas por otras fibras proteicas llamadas filamentos intermedios. Si bien cada cabello presenta cutícula y corteza, la médula no es muy común y se presenta con mayor frecuencia en los vellos de la axila y el pubis. Respecto de sus funciones, la cutícula protege a la corteza gracias a su alta resistencia química, mientras que la corteza otorga al cabello las propiedades mecánicas y físicas del pelo. Finalmente, se desconoce la función principal de la médula, ya que su aporte a las propiedades mecánico-químicas de un cabello es despreciable.

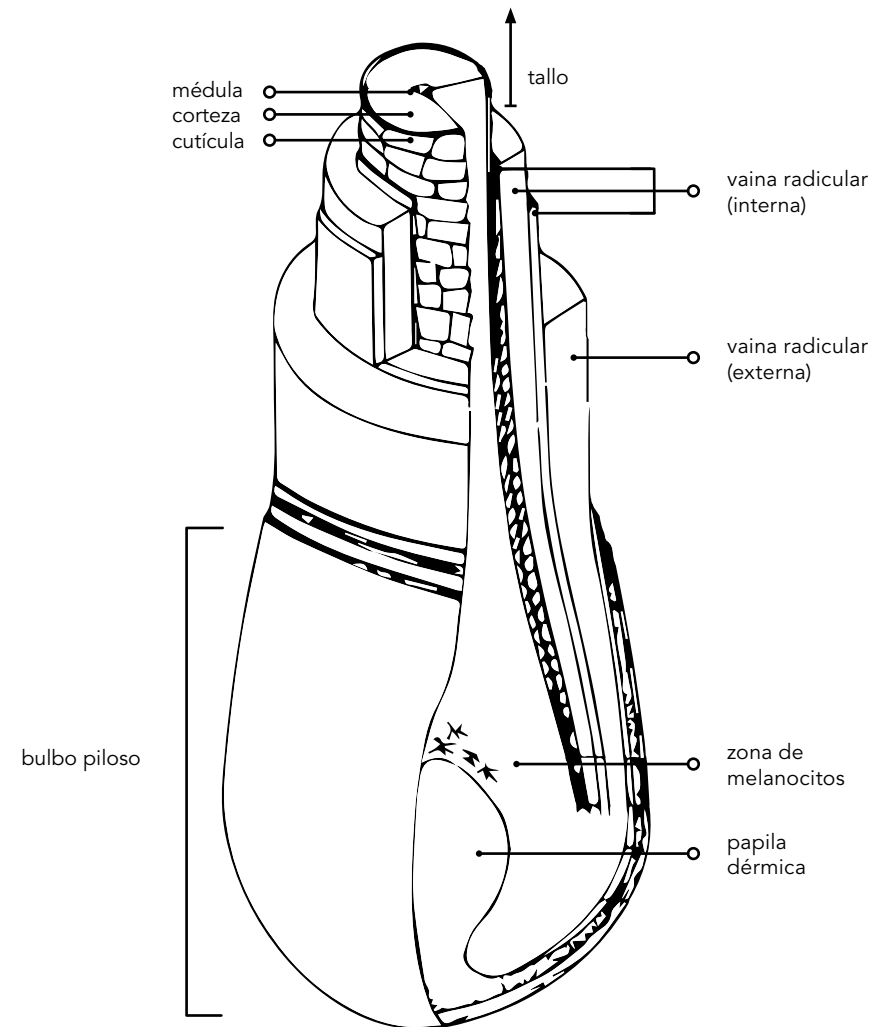


Imagen 29: Estructura de una hebra de cabello. Elaboración propia a partir de Randall y Botchkareva (2009) y Robbins (2012).

El crecimiento del pelo ocurre en el folículo piloso bajo un proceso cíclico que depende de varios factores como son las hormonas del individuo (determinadas por sus hábitos alimenticios, la edad y el entorno del individuo), la zona donde crece el pelo e incluso la forma del folículo piloso donde este se desarrolla. El ciclo capilar considera cuatro fases y la duración de estos ciclos dependerá de cada persona y los factores antes mencionados. Randall & Botchkareva (2009) describen una fase anágena (a), o de crecimiento; una fase catágena (b), o de transición; una fase telógena (c), o de descanso; y la fase exógena (d), o de cambio (ver imagen 30):

a) Anágena: fase de gran actividad metabólica donde las células crecen producto de la actividad de las vainas radiculares del folículo y su papila dérmica. El folículo se alarga y comienza a formar el tallo en su interior. El tallo en crecimiento activa los melanocitos productores de pigmentos ubicados en su matriz, para finalmente formar el bulbo epitelial alrededor de la papila dérmica y el tallo emerge de la piel hacia la superficie.

b) Catágena: la actividad metabólica disminuye considerablemente. El tallo finaliza su crecimiento y disminuye la actividad de los melanocitos productores de pigmentos. El folículo capilar se contrae hasta un 70% y la papila dérmica se transforma en un grupo de células en reposo preparándose para el próximo ciclo.

c) Telógena: el folículo se encuentra contraído y con un bajo número de melanocitos productores de pigmentos. La papila dérmica se compacta y se adhiere a un segundo saco piloso de células queratinocitas, la cual vuelve a la fase anágena gracias a estimuladores e inhibidores de crecimiento presentes cerca del folículo.

d) Exógena: el bulbo epitelial junto con el tallo del cabello se desprende pasivamente del folículo telógeno mientras que en la raíz folicular se activan diversos procesos de la fase anágena.

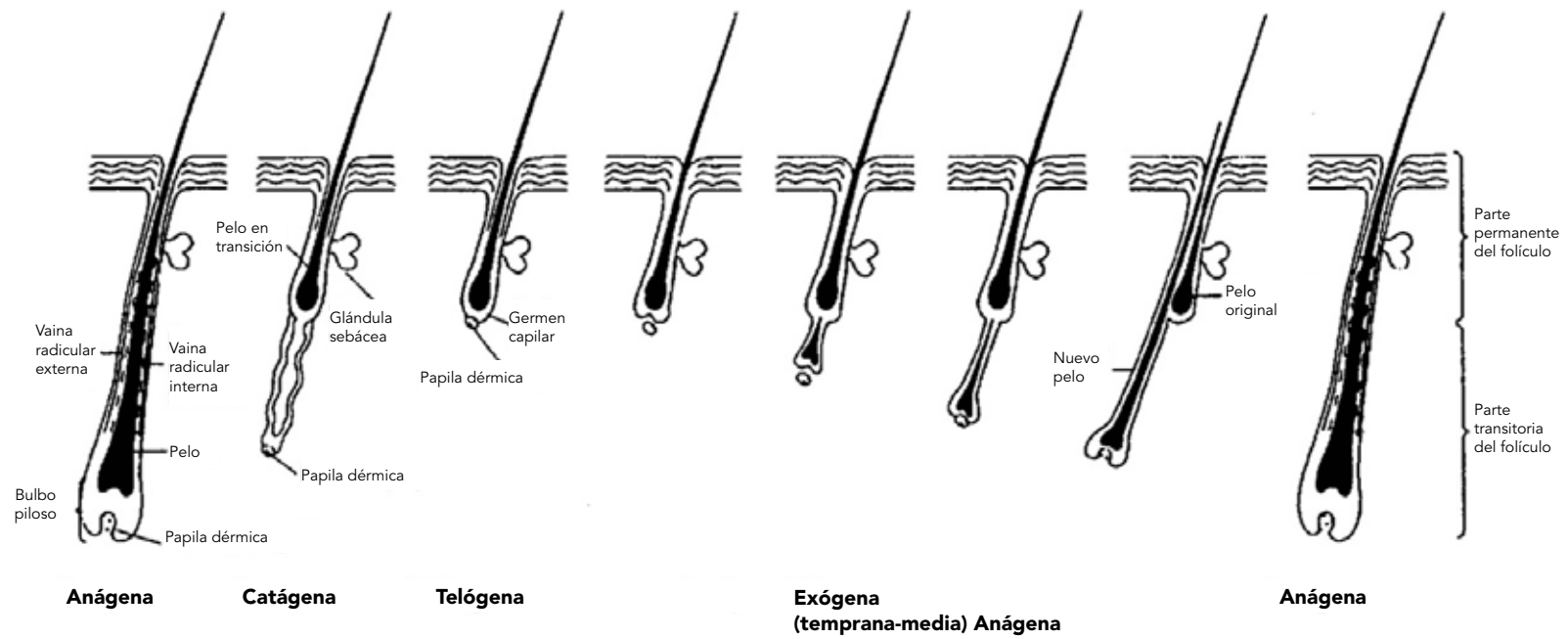


Imagen 30: Ciclo de crecimiento del pelo y sus fases. Elaboración propia a partir de (Randall y Botchkareva, 2009; Robbins, 2012)

RESIDUO PELO HUMANO

En la mayoría de las sociedades el pelo humano es considerado inservible, razón por la cual, en muchos países el cabello se descarta sin importancia, terminando en los caudales de los residuos municipales, entre otros. Alrededor del mundo se generan cerca de 2,2 millones de toneladas de residuo pelo humano al año: EE. UU y Canadá registran cerca de 28,6 toneladas diarias, Europa septuplica esta cifra y Chile alcanza las 500 toneladas mensuales (González, 2021; Kollar, s. f.; Ong, 2023).

Gupta (2014) menciona que aun cuando el pelo se desecha como basura, solamente en el 2010, India exportó alrededor de 1.000 toneladas de pelo humano y US\$238 millones en productos hechos a partir de esta materia, mientras que sus importaciones fueron avaluadas en US\$1,24 billones. China, Corea, Túnez, Italia, Rusia, Bangladesh y Paquistán son otros de los principales países actores dentro de este mercado.

Chile importó alrededor de US\$4,3 millones en residuo pelo humano y productos hechos a partir de pelo en los años 2019 y 2020, aumentando en un 70% el 2021, con un peso neto promedio de 337 toneladas por año (UN Comtrade Database, s. f.). A diferencia de las importaciones, las cifras del flujo de mercado de las exportaciones son estimativas y presentan una disminución del 37% y del 94% para el 2020 y 2021 respectivamente, y no existen registros sobre el flujo del peso neto exportado (ver imagen 31).

El artículo 90 del Reglamento sanitario sobre manejo de Residuos Peligrosos (Decreto Supremo N148) (Ministerio de Salud, 2004) indica que en Chile el pelo humano al igual que el pelo animal, se clasifica como un residuo no peligroso que contiene principalmente constituyentes orgánicos, que pueden presentar metales y materiales inorgánicos. Esta clasificación es muy acertada y la razón se debe a que el residuo pelo humano proviene principalmente de domicilios y actividades comerciales como peluquerías, y al no tener un valor asociado «conocido», este termina en la basura mezclándose con otro tipo de desechos o residuos (ver Anexo A). Es por esta razón que es tan importante catalogarlo como un residuo municipal y así entender los actores necesarios para su correcta gestión.

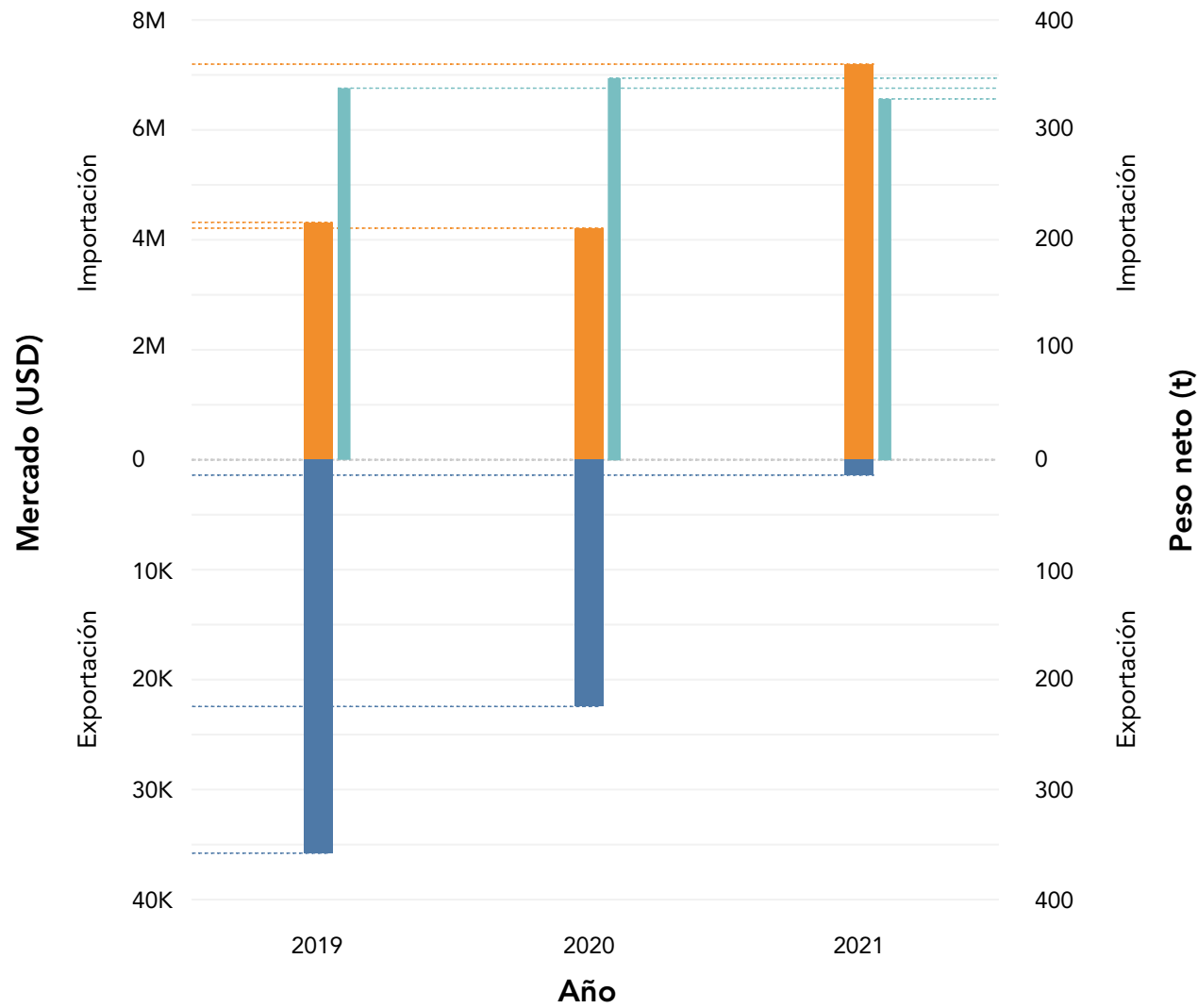


Imagen 31:
Gráfico de Importación y exportación del flujo de mercado, y peso neto, de pelo humano y productos fabricados a partir de pelo humano, en dólares estadounidenses (USD) y toneladas (t), en los años 2019, 2020 y 2021. Elaboración propia

El principal actor en la gestión de este residuo en el territorio chileno es la fundación Matter of Trust Chile, quienes recolectan, almacenan, limpian, categorizan, y transforman el residuo pelo humano de más de 250 peluquerías a nivel nacional en productos desarrollados desde lógicas circulares. A la fecha, el alcance de la fundación permite gestionar y valorizar un porcentaje muy bajo de las 500 toneladas de residuo pelo humano, por lo que el resto termina en vertederos, rellenos sanitarios y muchas veces en corrientes de desechos. La presencia de cabello humano en estos lugares puede producir daños en los ecosistemas acuáticos, en los sistemas de drenaje que se ven bloqueados por la acumulación del cabello desatendido, en el aire al ser inhalados en pequeñas cantidades, además de producir gases tóxicos al ser eliminados en vertederos (Brebú y Spiridon, 2011; Gupta, 2014).



USOS

Con disponibilidad a nivel mundial y un proceso de crecimiento cíclico, el residuo pelo humano se presenta como una fibra natural renovable no valorizada, biodegradable y con una estructura de propiedades mecánicas únicas. En la siguiente tabla se resume la recopilación de Gupta (2014) sobre la utilización de este residuo a lo largo de la historia donde se mencionan los diferentes campos de aplicación; los tipos de pelos considerando el tamaño y el estado del cabello, esto es, no dañado (ND), no contaminado (NC) y sin tratamiento químico (NTQ); el posible sistema de post consumo que se categoriza en biodegradación, sistema cerrado, y vertedero; los potenciales actores beneficiados; y el tamaño del mercado del residuo según su nivel de valor, la cantidad que se requiere y, en algunos casos, su demanda.



Imagen 32: Hombre asiático transportando pelo humano
Por: Studio Swine

Tabla 1: Utilización del residuo pelo humano y atributos claves. Elaboración propia a partir de (Gupta, 2014)

USO	TIPO DE PELO	POST CONSUMO	USUARIOS/MERCADO	NIVEL DE MERCADO
Pelucas, extensiones, cejas, barba, otros	Largo ND	Sistema cerrado	Personas relacionadas a la moda, pacientes con pérdida de cabello	Valor alto Volumen alto
Nutrientes para suelos (sin tratamiento químico)	Cualquier tipo NC	Biodegradación	Granjeros, jardineros, dueños de casa con jardín o plantas	Valor bajo Volumen alto Demanda alta
Repelente, pesticida	Cualquier tipo	Biodegradación	Granjeros, jardineros, dueños de casa con jardín o plantas	Valor bajo Volumen alto Demanda alta
Textil, entrelazado de telas, fieltro	Cualquier tipo Mayor a 5,0 cm	Sistema cerrado	Sastres, empresas de vestuario, artistas, otros	Valor medioo/alto Volumen bajo
Cuerda	Cualquier tipo Mayor a 5,0 cm	Sistema cerrado	Cualquier persona	Valor medio Volumen bajo
Bordados de pelo, artesanía con pelo	Largo	Sistema cerrado Vertedero (si tuviera resina)	Artistas, instituciones religiosas, decoradores de hogar, otros	Valor alto Volumen medio
Refuerzo para materiales estructurales	Cualquier tipo	Biodegradación (arcilla) Vertedero (concreto)	Dueños de casa, arquitectos, diseñadores, trabajadores de la construcción	Valor bajo Volumen alto Demanda alta
Filtro de hidrocarburos, separador de agua-aceite	Cualquier tipo Mayor a 2,5 cm	Biodegradación (si se composta con hongos y sin contaminación)	Industria petrolera, refinerías de aceites, tratamiento de lodos, otros	Valor bajo Volumen alto Demanda alta

Tabla 1: Utilización del residuo pelo humano y atributos claves. Elaboración propia a partir de (Gupta, 2014)

USO	TIPO DE PELO	POST CONSUMO	USUARIOS/MERCADO	NIVEL DE MERCADO
Proteína hidrolizada (HHKP)	Cualquier tipo	Biodegradación	Industria del cuidado del cabello	Valor alto Volumen bajo
Extracción de aminoácidos	Cualquier tipo NC, NTQ	Biodegradación	Agricultura, procesamiento de comida, industria farmacéutica	Valor medio/alto Volumen bajo
Pruebas para productos del cuidado capilar	Cualquier tipo	Vertedero	Industria del cuidado del cabello	Valor medio Volumen Bajo
Higroscopía	Largo, ND Mayor a 30 cm	Sistema cerrado	Meteorólogos, instituciones científicas	Valor medio Volumen bajo
Control de polución	Cualquier tipo	Vertedero	Organizaciones encargadas de control de polución	Valor bajo Volumen alto
Tableros, mueblería	Cualquier tipo	Vertedero Biodegradación (con resina biodegradable)	Fabricantes de muebles, tiendas de maniqués	Valor medio Volumen alto
Ingeniería de biomateriales	Cualquier tipo ND	Biodegradación	Doctores médicos, investigadores	Valor alto Volumen bajo
Compuestos para superconductores	Cualquier tipo	Vertedero	Sector eléctrico, instituciones científicas	Valor alto Volumen bajo
Microelectrodos flexibles	Cualquier tipo Mayor a 2,5 cm	Sistema cerrado	Instituciones científicas	Valor alto Volumen bajo

Los campos en los cuales el residuo pelo humano puede ser utilizado son variados, y la comprensión del ciclo de vida de estos usos es fundamental para establecer sistemas de post consumos correctos. Para el caso de la **Biodegradación**, la aplicación permite que al finalizar su vida útil, esta pueda volver al ciclo natural del planeta. El **Sistema cerrado** indica que tras su aplicación, es posible reciclarlo y reutilizarlo para la misma aplicación. Finalmente, las aplicaciones que caen en la categoría de **Vertedero** no poseen la capacidad de volverse materia orgánica, por lo que deben dirigirse a vertederos.

A pesar de que estos sistemas permiten identificar el destino final de un producto o servicio, es difícil garantizar que estas aplicaciones de uso no terminen en los vertederos sin un instrumento que permita gestionar los residuos y su capacidad de reciclaje.



VISIÓN EN CHILE

A través de una entrevista a Pedro Mege Rosso (ver Anexo 1), antropólogo y director del Centro de Estudios Interculturales e Indígenas (CEIIR) de la Pontificia Universidad Católica (UC), él indica que en Latinoamérica están presentes diversas tradiciones, principalmente grecolatina, semita, americana y la tradición afro, a las cuales se ha incorporado la llegada de tradiciones asiáticas como son la japonesa y la coreana. A diferencia con el resto del mundo, donde las culturas son más estrictas y existe menos mezcla, Latinoamérica presenta patrones culturales menos estables. A medida que aumenta la interculturalidad en un territorio, también lo hacen las palabras y expresiones dentro del territorio. Según el lingüista neerlandés Teun Adrianus van Dijk (Londoño Zapata, 2015):

«El conocimiento social se adquiere a través de tres maneras fundamentales: por las experiencias, el discurso y las inferencias de conocimientos que ya existen»

Razón por la cual estos signos lingüísticos se incorporan al conocimiento compartido del territorio como parte del discurso de las personas. De esta forma, aumentan las palabras y expresiones con las cuales cada persona puede describirse a sí mismo, a los demás y a su entorno.



Imagen 33: Cruce peatonal ubicado en Santiago, Chile
Por: Mauro Mora

PERCEPCIÓN DEL PELO HUMANO

Por medio de una encuesta en línea vía Microsoft Forms realizada a 116 personas del territorio nacional sobre la percepción del pelo humano (ver Anexo 2), se obtuvieron datos en relación con: el rol personal que cumple el pelo en la vida de los encuestados; la existente discriminación en torno al pelo; los estímulos que provoca el pelo considerando el tipo de pelo, zona corporal, contexto en el cual se presenta, color y morfología.

La encuesta incluye una primera instancia de asociación de la palabra «pelo» con 3 palabras, anterior al cuestionamiento de la percepción del pelo en las aristas antes mencionadas. La segunda instancia de asociación de 3 palabras se realiza posterior al cuestionamiento de la percepción y posterior a una evaluación en la cual se presentan 4 diferentes productos desarrollados a partir de pelo humano, donde los encuestados deben: indicar si están dispuestos a comprarlos, si les parece innovador y evaluarlos con una nota.





Imagen 34: «topless man lying on white bed»
Por: Ian Smith

Encuesta / Encuestados

Las personas encuestadas declaran identificarse con el género femenino o masculino. El 70% reside en la región metropolitana y sus edades se distribuyen en los rangos descritos en la siguiente imagen.

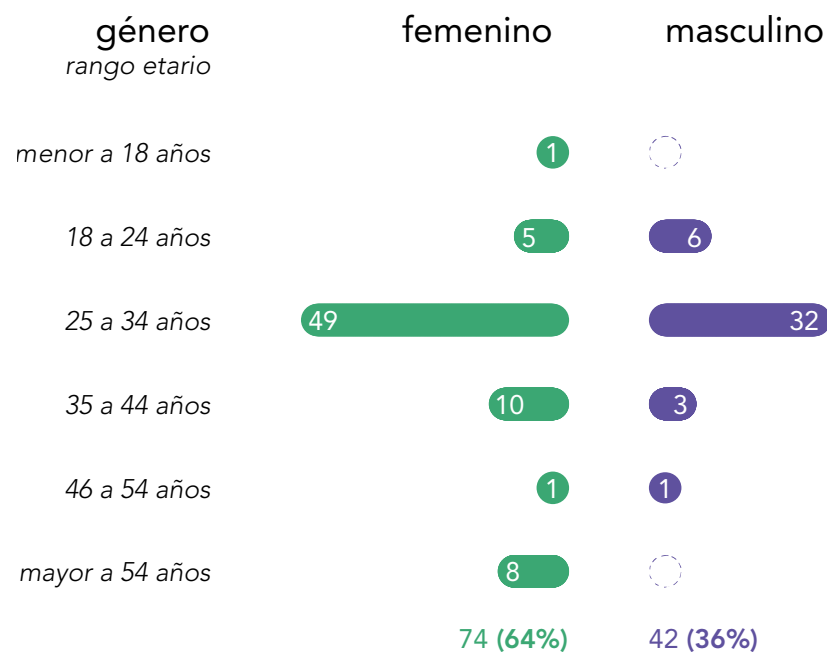


Imagen 35: Gráfico de género vs rango etario de encuestados.
Elaboración propia.

Encuesta / Rol del pelo humano

Un 40% de las personas indican que el pelo humano cumple un rol «identitario» en sus vidas, seguido por un rol «estético» (34%) y «protector» (19%).



Imagen 36: Nube de palabras de los roles del pelo. Elaboración propia.

Encuesta / Asociación I

En una primera instancia de asociación, las personas relacionan el pelo a características físicas como «largo» (20%), seguido de «sedosidad» (12%) y «brillante» (11%).



Imagen 37: Nube de palabras asociadas a «pelo», instancia 1. Elaboración propia.

Encuesta / Discriminación

El 16% del total de los encuestados comparte haberse sentido discriminado por su pelo una vez, y un 22% indica que han sido varias ocasiones durante su vida. Por otro lado, un 55% descarta haber sido discriminado por su pelo y un 7% no recuerda ser discriminado por esta causa.

Quienes declaran haber sido discriminado por su pelo, indican desde qué tipo de relación vino esta agresión. En el caso masculino, la mayoría de los casos vienen de relaciones «más profesionales» o menos cercanas, y en el caso femenino, estas vienen de relaciones «más íntimas» o de círculos cercanos.

A continuación, se presentan las razones o motivos que los encuestados consideran como respuesta al porqué fueron discriminados por su pelo.



Imagen 38: Nube de palabras sobre discriminación y pelo. Elaboración propia.

Encuesta / Percepción según diferentes contextos

En este ítem los encuestados deben responder que tan agradable o desagradable les parece el pelo en ciertos contextos y, si bien los resultados en detalle se pueden ver en el Anexo X, la percepción del pelo humano según diferentes contextos no exhibe una diferencia notoria entre género. A pesar de esto, se evidencian casos donde existe una percepción más agradable para un género que otro, particularmente en relación a las zonas del cuerpo, como por ejemplo las **cejas**: donde el 57% del género masculino indica que les parece ni agradables ni desagradables, a diferencia del género femenino donde al 42% les parece agradables.

Encuesta / Productos

En este ítem se muestran 5 productos hecho con pelo humano y desarrollados por estudios de diseño. El 76% de los encuestados considera que los productos son innovadores y, en promedio, un 66% de las personas estaría dispuesto a comprar estos productos.

Encuesta / Asociación II

En la segunda instancia de asociación, se registra una mayor variación de resultados, concentrándose en conceptos como «innovación» (16%), «útil» (14%) y «reutilizable» (13%).



Imagen 39: Nube de palabras asociadas a «pelo», instancia 2. Elaboración propia.

Finalmente, se observa un cambio evidente en las palabras utilizadas para asociar el pelo, donde en la primera instancia se encuentran palabras relacionadas a lo superficial y a lo tridimensional como «largo», «sedosidad» y «brillante». Mientras que en la segunda instancia se encuentra «innovación», «útil» y «reutilizable», palabras más conceptuales. A partir de esto, se cumple lo postulado por Teun Adrianus van Dijk, esto es, se logra modificar el conocimiento social de los encuestados a través de: la experiencia, mediante la reflexión sobre la discriminación en torno al pelo humano; la inferencia, mediante la identificación de la percepción del pelo según diferentes contextos; el discurso, mediante la exhibición de productos que utilizan el pelo como materia prima.



Imagen 40: Miles de hectáreas deforestadas en Sumatra, Indonesia
Por: Greenpeace

ECONOMÍA CIRCULAR 2

La circularidad no es algo nuevo y esto se debe a que el ser humano ha tenido que enfrentarse a la escasez de recursos y productos a lo largo de la historia. La necesidad de las personas por aprovechar los recursos al máximo, utilizar productos hasta desgastarlos, hacerlos, transformarlos o prescindir de ellos de no necesitarlos, son situaciones que surgen desde contextos menos acomodados, por lo que la idea de reusar y reparar era parte fundamental de la sociedad (Stahel, 2020). La Revolución Industrial abre puertas al desarrollo tecnológico necesario para superar estas adversidades, transformando la escasez en abundancia de recursos, productos, y con esto también de residuos. Se inicia una economía industrial lineal centrada en la extracción de materia prima y la manufactura, sin comprender los principios de los ciclos de los recursos de la naturaleza y dejando de lado los impactos ambientales que los residuos provocan en estos ciclos.

Teniendo en cuenta la capacidad de recuperación de la naturaleza, esta sea desde los ciclos del agua o desde la transformación de la biomasa en nutrientes, y la manera en cómo esta reacciona ante este paradigma económico lineal es que surge la economía circular. Un modelo alternativo basado en estrategias y soluciones sostenibles, que consideran el manejo responsable de los recursos renovables y no renovables con el propósito de disminuir los impactos negativos sociales, económicos y medioambientales (ver imagen 41).

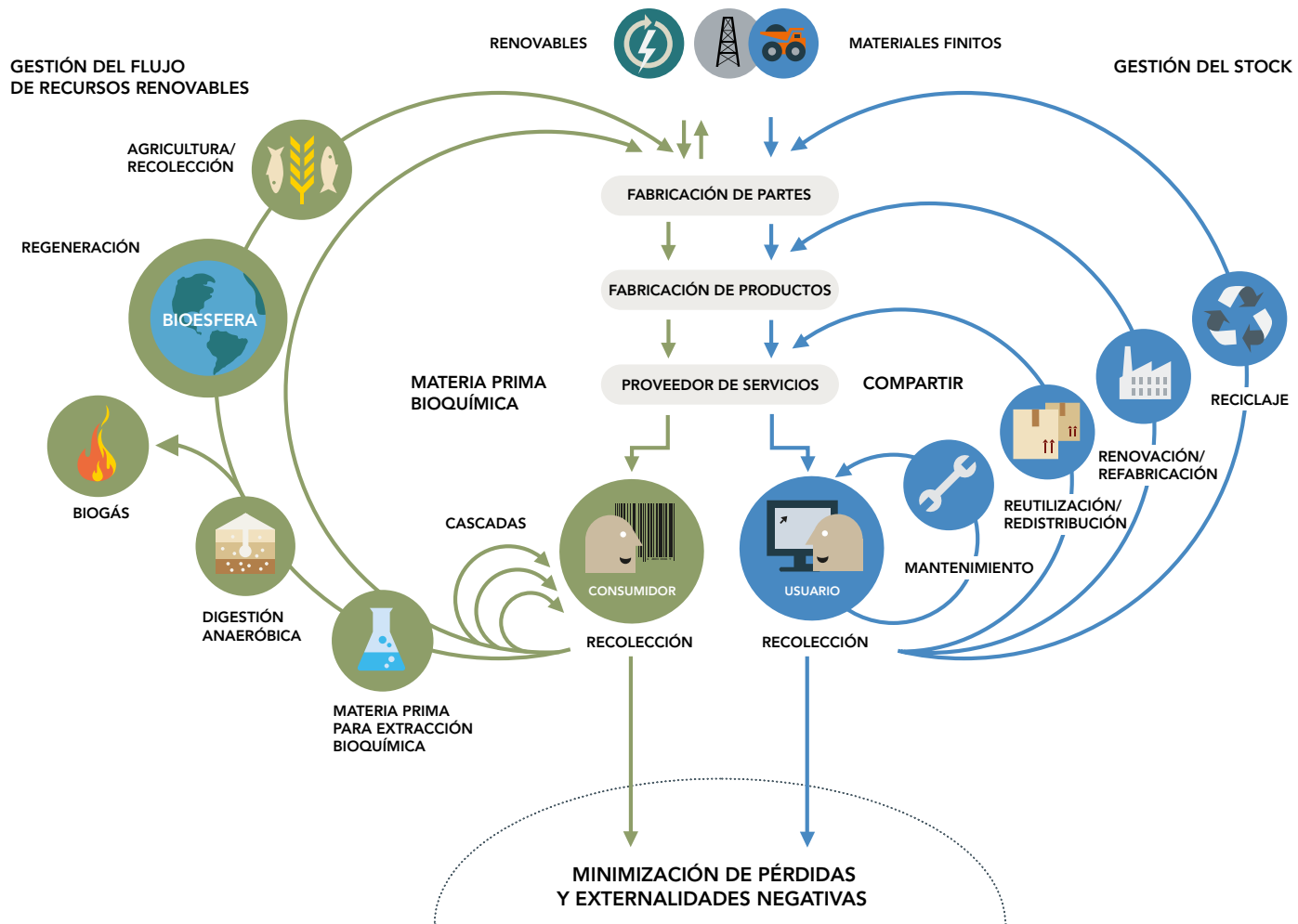


Imagen 41: Diagrama de mariposa de la economía circular. Traducción propia.
 Recuperado de <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram>

OBJETIVOS CIRCULARES

El 2015, las Naciones Unidas proponen los Objetivos de Desarrollo Sostenible [ODS] como una iniciativa internacional para el 2030 compuesta por 17 objetivos y 169 metas que buscan combatir y erradicar problemáticas globales relacionadas con la pobreza, la hambruna, la protección de la biodiversidad, la seguridad y el bienestar social, entre otras (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, s. f.). Muchos países se han ido sumando a la iniciativa desde sus territorios y contextos socio-medioambientales. En el caso de Chile, el Ministerio del Medio Ambiente [MMA] implementa la Agenda 2030, que se alinea con los ODS y que forma parte de la Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040, un informe que propone 28 iniciativas desde cuatro pilares principales: innovación circular, cultura circular, regulación circular y territorios circulares. Con el fin de evaluar el nivel de transición a la circularidad se establecen indicadores claves considerando 7 metas intermedias y al largo plazo que se describen en la Tabla X (Ministerio del Medio Ambiente et al., 2021).

Esta investigación considera marcos legales, metodologías de diseño, herramientas y corrientes de pensamiento propias de la economía circular o que surgen a través de ella.

Tabla 2: Indicadores de evaluación del nivel de transición a la circularidad con metas intermedias al 2030 y de largo plazo al 2040

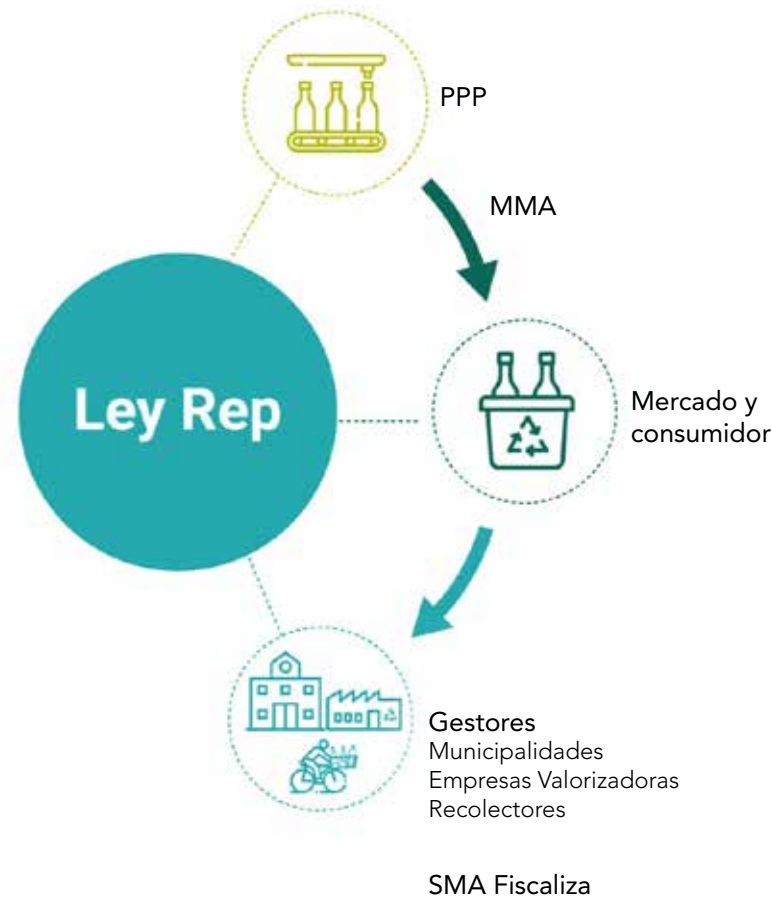
INDICADOR	2030	2040
Generación de empleos	100.000 nuevos empleos verdes	180.000 nuevos empleos verdes
Generación de residuos sólidos municipales per habitante	Disminución del 10%	Disminución del 25%
Generación total de residuos por PIB	Disminución del 15%	Disminución del 30%
Productividad material	Aumento de 30%	Aumento de 60%
Tasa general de reciclaje	Aumento al 40%	Aumento al 75%
Tasa de reciclaje de residuos sólidos municipales	Aumento al 30%	Aumento al 65%
Recuperación de sitios afectados por disposición ilegal	Recuperación del 50%	Recuperación del 90%

LEY REP

En Chile existe un marco legal en materia de gestión de residuos y reciclaje, la Ley 20.920 o Ley REP, cuyo nombre proviene de las siglas de uno de sus principales instrumentos, la Responsabilidad Extendida del Productor. La Ley REP hace responsable a los productores de la gestión de los residuos generados por sus productos prioritarios, tanto la organización como el financiamiento. Sin embargo, los productos que se consideran prioritarios se muestran en la Figura 7 e incluyen algunas o todas las características mencionadas a continuación: ser de un consumo masivo, por el volumen significativo de sus desechos, por ser residuos peligrosos para la salud de las personas y/o el medio ambiente, por ser factible su valorización, y por existir una regulación comparada de referencia (Ministerio del Medio Ambiente, 2022a).

La ley REP identifica y establece una serie de actores que permiten su correcto funcionamiento, con obligaciones pertinentes a rol en el sistema (ver imagen 42):

- Productores de Productos Prioritarios [PPP] – Fabricantes o importadores del mercado nacional quienes: enajenan un producto prioritario [PP] propio, enajenan un PP de un tercero bajo marca propia o quienes importan un PP para su propio uso.
- Sistemas de Gestión [SG] – Mecanismo de gestión que debe ser financiado por los PPP, quienes deben dar cumplimiento a las obligaciones establecidas, a través de un plan de gestión.
- Gestores de Residuos – Personas naturales o jurídicas que realizan operaciones de manejo de residuos.
- Consumidores – Generadores de residuos de PP y responsables de entregar estos residuos a los SG.
- Municipios – Responsables de la construcción de convenios con los SG y los Recicladores de Base en sus territorios.
- Ministerio del Medio Ambiente [MMA]– Encargado de establecer metas de recolección y valorización para cada PP.
- Superintendencia del Medio Ambiente [SMA] – Encargado de fiscalizar y sancionar bajo el cumplimiento de las obligaciones establecidas en la Ley.



El estudio de la Ley REP permite identificar un sistema donde aparecen actores que forman parte de la arista de la gestión de residuos en una economía circular. Establece los productos prioritarios y define las características que les permite para establecerse bajo marcos legales, los que permiten su fiscalización. Para esta investigación, forma parte fundamental para encontrar los vacíos que no son resueltos por las entidades gubernamentales, pero que dan pie para comprender el procedimiento sistemático en torno al manejo de residuos.

Imagen 42: Esquema de actores y roles de Ley REP
Elaboración propia.

RESIDUOS DE CHILE

Según el séptimo reporte del estado del medio ambiente [REMA] 2022, alrededor de 18 millones de toneladas de residuos se generaron en el año 2020 en el territorio chileno, donde el 96,7% equivalen a residuos no peligrosos [NP] (Ministerio del Medio Ambiente, 2023). El 50,8% de este tipo de residuos se originan en el sector industrial, el 43,6% son provienen del sector municipal y el 2,4% restante provienen de plantas de tratamiento de aguas servidas. En el mismo reporte se declara que solamente un 20% de los residuos NP son valorizados y el 80% restante es eliminado. Sin embargo, la cifra de eliminados no coincide con la cantidad de residuos NP detallados en la disposición final. Junto a esto, se observa un aumento del 400% en la disposición final a «Otros» destinos entre el 2019 y el 2020. Más aún, el reporte menciona que tanto los rellenos de seguridad como los monorrellenos no reciben residuos en su disposición final en el año 2020.

Bajo estas consideraciones, la falta de información e incongruencia existente en los detalles de las cifras de los residuos y su disposición final dificultan la comprensión e interpretación de los datos. A pesar de esto, y de acuerdo con la misma estrategia de evaluación, la cantidad de residuos destinados a vertederos y rellenos sanitarios disminuyó cerca de un 64% y 50% respectivamente en el 2020 (ver imagen 43).

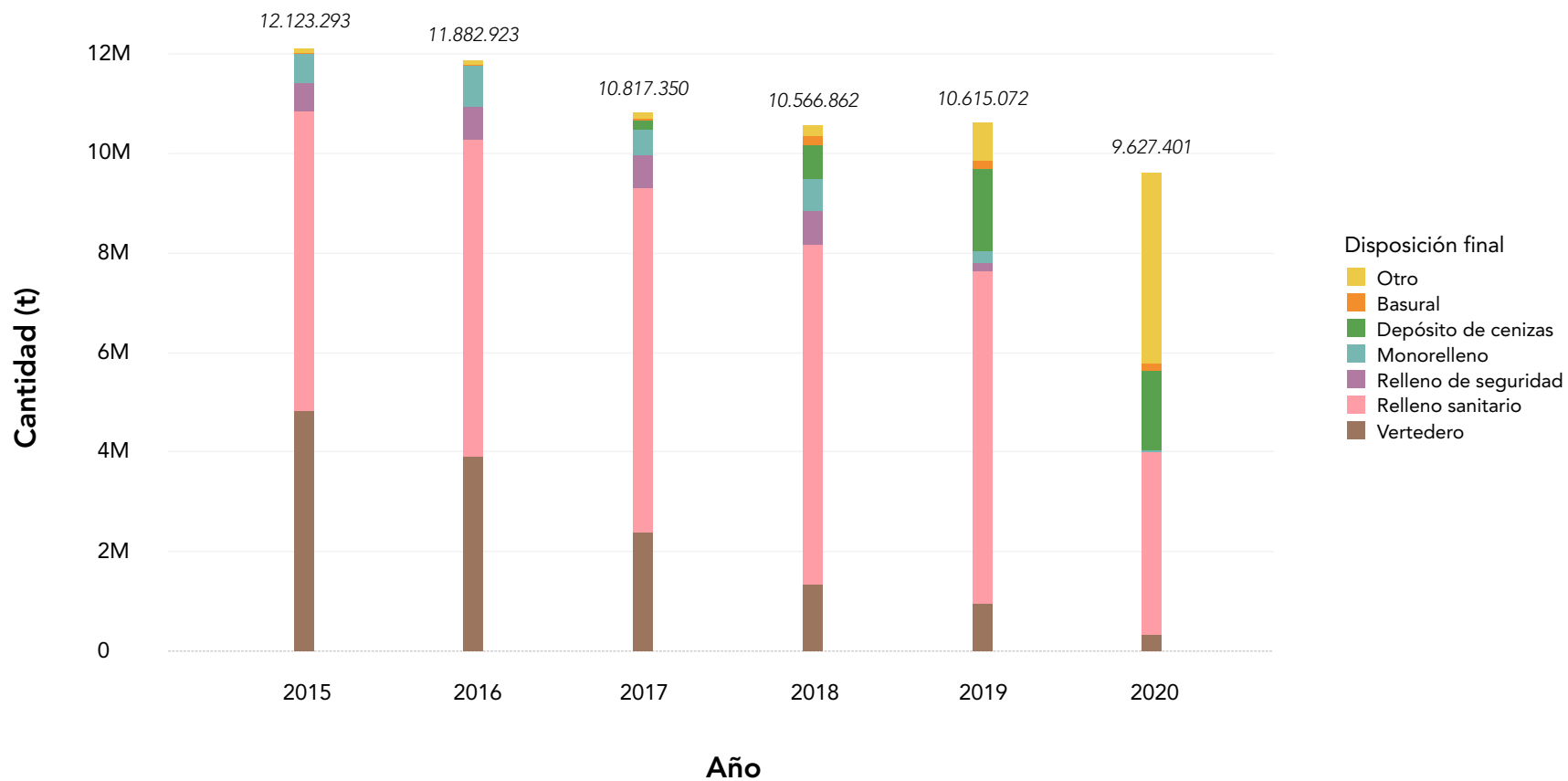


Imagen 43: Disposición final de los residuos NP generados en Chile entre los años 2015 y 2020. Elaboración propia.

BIOCAPACIDAD DE CHILE

Los residuos generados en un territorio, el lugar donde se dispongan y la superficie que estos ocupen impactan más que solo en un aumento de los gases de efecto invernadero [GEI], también provocan una disminución de parte de la superficie del territorio con potencial biológico productivo. Este potencial biológico de producción de una superficie es conocido como hectárea global [gha] y sirve como parámetro para determinar la biocapacidad de un territorio, esto es, la habilidad del ecosistema del territorio para producir la demanda de material biológico necesario para su población y su capacidad de absorber los residuos generados (Global Footprint Network, s. f.). Por otro lado, existe la huella ecológica, medida que determina cuánta área de tierra y agua biológicamente productiva requiere la población de un territorio para producir todos los recursos que consume, y para absorber los residuos que genera. Cuando un territorio es capaz de satisfacer la demanda de su población entonces el territorio se encuentra en un estado de reserva ecológica. Por el contrario, cuando este no es capaz de satisfacer la demanda de la población entonces este se encuentra en un déficit ecológico.

En promedio, el planeta se encuentra en un déficit ecológico desde 1970 y, a la fecha, Sudamérica es el único continente que se encuentra en un estado de reserva ecológica (ver imagen 44). A pesar de esta situación Chile es uno de los pocos países de Sudamérica que presenta déficit ecológico, región donde la huella ecológica excede en un 20% su biocapacidad (Global Footprint Network, s. f.).

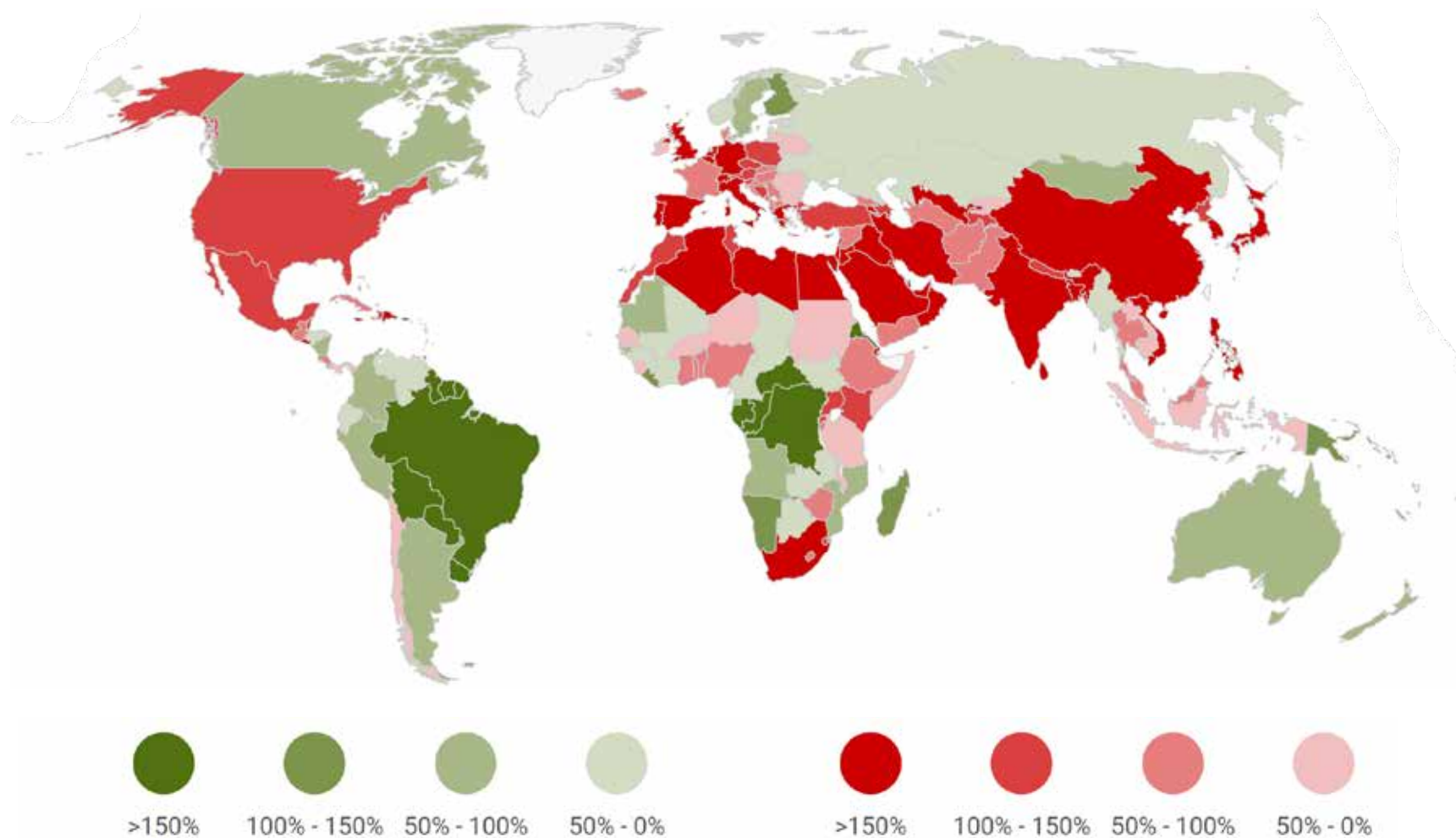


Imagen 44: Reserva/Déficit Ecológico mundial. Verde indica reserva ecológica y rojo indica déficit ecológico en los rangos señalados. Recuperado de <https://data.footprintnetwork.org/#/>

Para esta investigación, la valorización del pelo humano desde las aristas ambientales, económicas y sociales permite respectivamente:

- Disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero que son producidos en los vertederos y/o rellenos sanitarios.
- Incorporar los residuos en la economía mediante el desarrollo de servicios y objetos en torno a estos residuos.
- Construir generaciones con más conciencia ambiental mediante la educación del potencial material que poseen los residuos que, a la fecha, se consideran inútiles.





Imagen 45: Extremo del cuerpo seco de un cactus
«*Echinopsis chiloensis*»
Por: Álvaro Asalgado

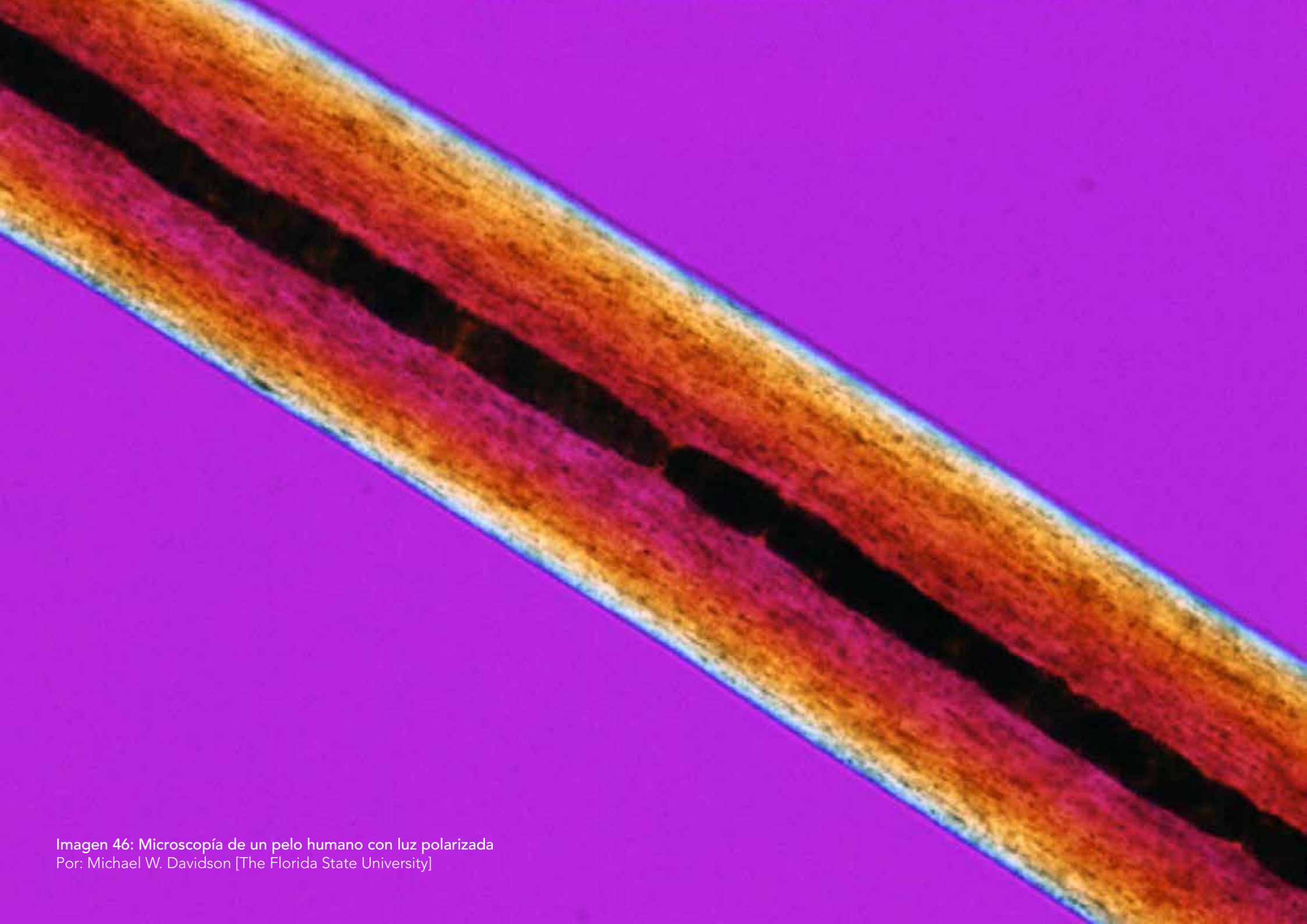


Imagen 46: Microscopía de un pelo humano con luz polarizada
Por: Michael W. Davidson [The Florida State University]

MATERIALES BIOBASADOS

3

Los materiales biobasados también son conocidos como biomateriales, término que nos habla de 2 tipos de materialidades. El primer significado que se le atribuye viene desde la salud y habla de una sustancia o material médico que debe ser capaz de interactuar con el cuerpo humano (biocompatible), como el titanio (Kodama, 1989; Migonney, 2014; Ratner y Zhang, 2020). El segundo significado surge después y está asociado a la sostenibilidad material y habla de una sustancia o material, en su mayoría, desarrollado a partir de biomasa, como los almidones (Curran, 2010; Ministère de l'égalité des territoires et du logement, 2012).

La exploración material desde disciplinas como la arquitectura y el diseño, han permitido comprender el término de los biomateriales desde este segundo significado que forma parte fundamental en la transición a la circularidad, convirtiéndolo en la interpretación popular del término «biomaterial».

Según Niaounakis, (2013) existe una creciente demanda por alternativas materiales a los tradicionales dependientes de recursos fósiles, debido principalmente al fluctuante precio de los combustibles fósiles, al impacto medioambiental relacionado a la extracción de su materia prima y a la gestión de sus residuos. Producto de lo anterior, Niaounakis indica que los materiales que se han posicionado como uno de los sectores de materiales de más rápido crecimiento del siglo XXI son los biopolímeros, o materiales desarrollados a partir de polímeros de fuentes renovables.

BIOPOLÍMEROS

Los biopolímeros se pueden describir desde su capacidad de biodegradación, esto es, la capacidad de descomponerse en dióxido de carbono, agua, metano, materia inorgánica o biomasa mediante microorganismos en un tiempo «razonable». Esta propiedad es fundamental al momento de discutir sobre sostenibilidad porque bajo procesos controlados y condiciones óptimas, el resultado de la biodegradación da lugar a material orgánico beneficioso para la vida vegetal, también llamado compost (Ebnesajjad, 2013; Niaounakis, 2013).

La relación entre la biodegradación y el compostaje se simplifican en la imagen 47, mientras que la clasificación de los biopolímeros se detalla en la tabla 3 considerando subdivisiones correspondientes al origen de sus materias primas. Comprender los conceptos de biodegradación, compostaje junto a la identificaciónLo anterior con el fin de comprender los agentes utilizados en el desarrollo de biopolímeros y la manera como estos pueden ser diseñados considerando los ciclos de la naturaleza.

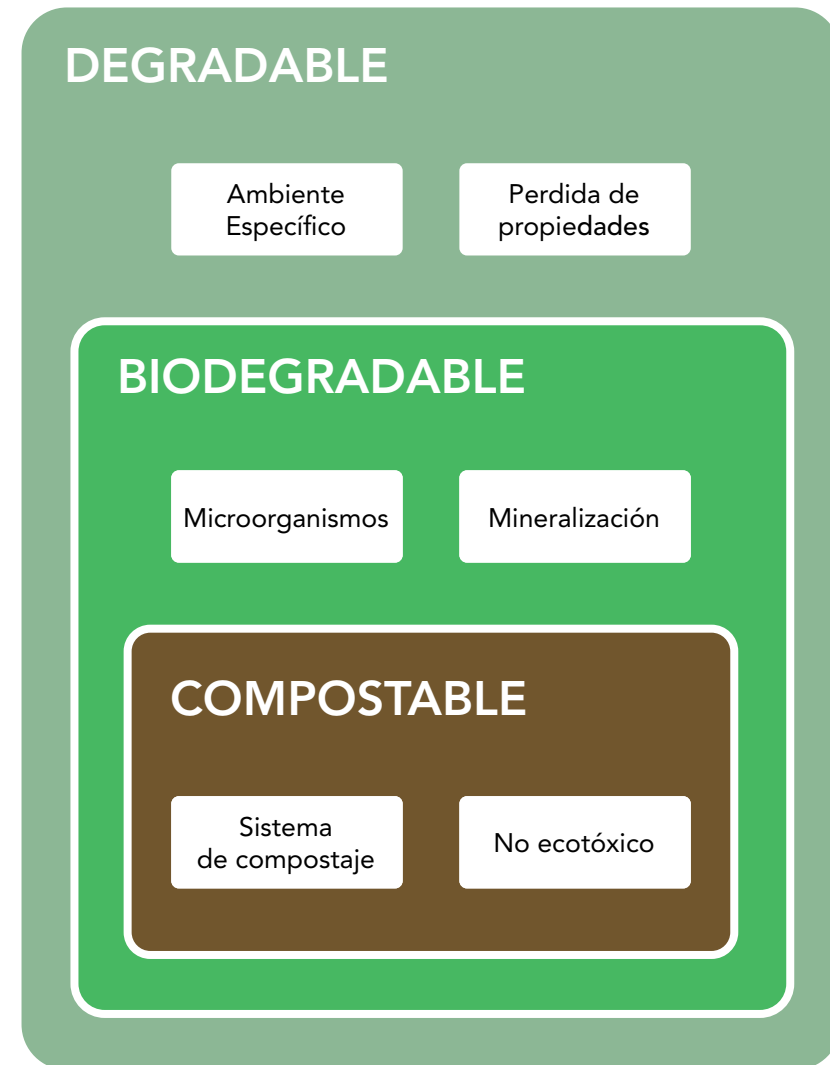


Imagen 47: Relación entre degradable, biodegradable y compostable. Elaborado a partir de Rudnik (2019).

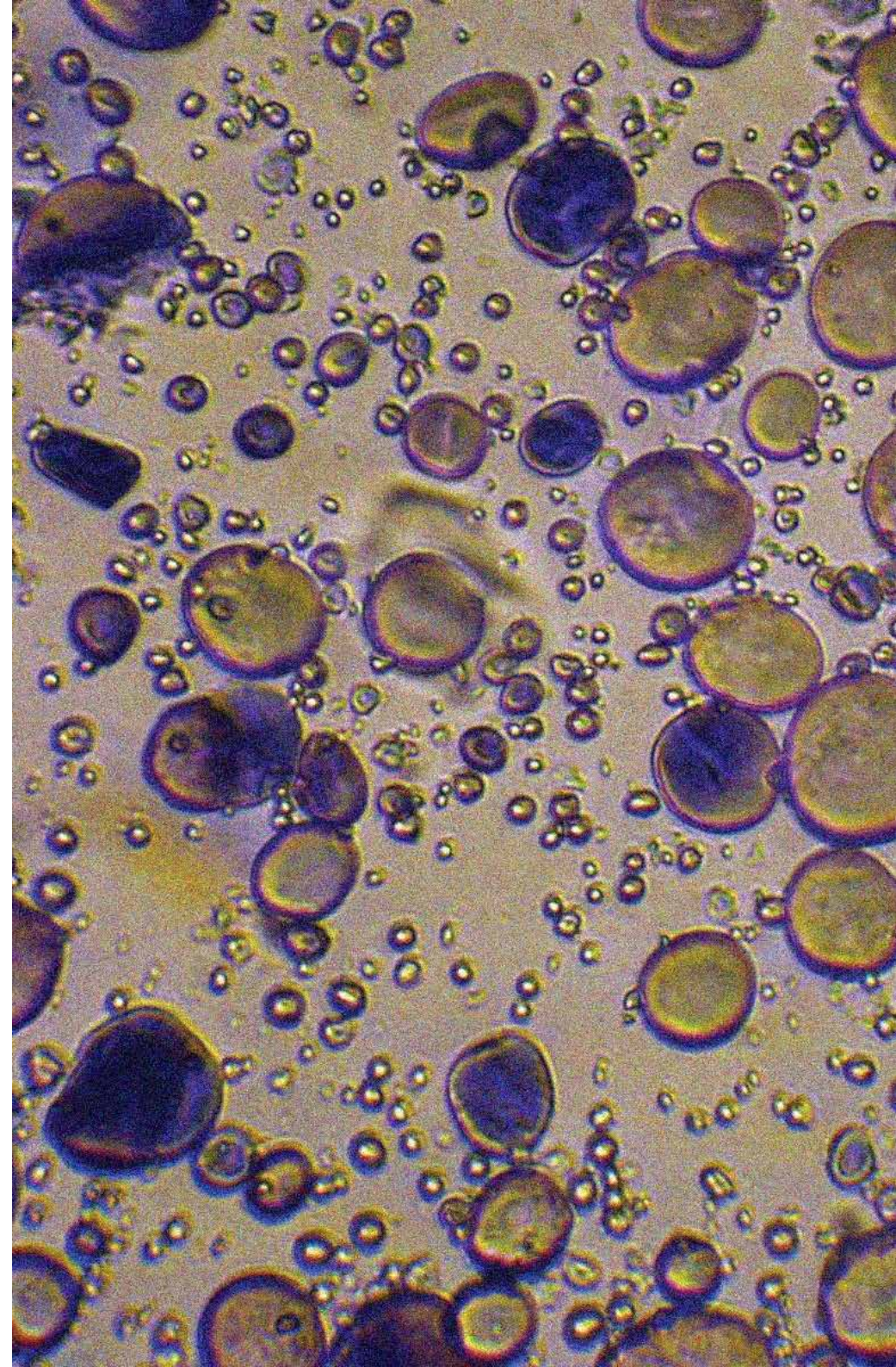
Tabla 3: Clasificación de biopolímeros. Elaboración propia a partir de Niaounakis (2013)

BIODEGRADABLE			NO BIODEGRADABLE	
BIO-BASADO			FÓSIL-BASADO	BIO-BASADO
VEGETAL	MICROORGANISMOS	ANIMAL		
Celulosa y derivados (polisacáridos)	PHAs	Quitina (polisacárido)	Poli(alquileno dicarboxilato)s	PE (PEBD, PEAD), PP, PVC
Lignina	PHF	Quitosano (polisacárido)	PGA	PET, PPT
Almidón y derivados (monosacáridos)	Celulosa bacteriana	Ácido hialurónico (polisacárido)	PCL	PU
Alginato (polisacáridos)	Ácido hialurónico (polisacárido)	Caseína (proteína)	PVOH	PC
Lípidos (triglicéridos)	Xantana (polisacárido)	Suero (proteína)	POE	Poli(éster-éter)s
Trigo, maíz, arveja, papa, soya	Cuajado (polisacárido)	Colágeno (proteína)	Polianhídridos	Poliamidas
Gomas	Pululano (polisacárido)	Albúmina (proteína)	PPHOS	Amidas de poliéster
Carragenina	Seda (proteína)	Queratina, PFF (proteína)		Poliésteres no saturados
PLA (de almidón o caña de azúcar)		Cuero (proteína)		Epóxica
Bioespuma				Resinas fenólicas

ALMIDONES

Los almidones son polisacáridos que tras calentarse en presencia de un gran volumen de agua su estructura se altera y sus partículas se hinchan, espesándose y formando un gel (Phillips y Williams, 2009; Salcedo Mendoza et al., 2017). A este grupo de polímeros se les conoce como hidrocoloides y su capacidad de gelatinización no es exclusiva de los almidones (origen vegetal), también se encuentra en otros biopolímeros como algas, microbios y fuentes animales. En el caso de los almidones, la gelatinización depende de la proporción entre los polisacáridos de amilosa y amilopectina presentes en los almidones, donde los geles de amilosa se forman a altas temperaturas y concentraciones bajas del 2%, y los geles de amilopectina requieren de menor temperatura pero concentraciones desde el 15% (Phillips y Williams, 2009).

Debido al bajo costo, fácil disponibilidad y origen renovable, los almidones se presentan como excelentes candidatos para el desarrollo de biocompuestos, o materiales compuestos a partir de biopolímeros (Pérez-Pacheco et al., 2016; Sirohi et al., 2021). Uno de los biocompuestos más conocidos son los termoplásticos de almidón, o TPS («*Thermoplastic starch*»), los cuales requieren incorporar el uso de plastificantes en el proceso gelatinización del almidón para su desarrollo. Los TPS presentan baja resistencia a la tracción y, al igual que el pelo humano, poseen una alta higroscopicidad, o capacidad de absorción y retención de agua de la humedad relativa del ambiente (Pérez-Pacheco et al., 2016).



BIOTEXTILES

Uno de los materiales compuestos en auge son los textiles bio-basados, esto debido a la preocupante alta demanda de recursos requeridos en la producción de fibras destinadas a los textiles, equivalente al 90% de la producción total de fibras (Ellen MacArthur Foundation, 2017). El año 2021 la producción global de fibras y materiales textiles: aumentó a 113 millones de toneladas, casi el doble en comparación al año 2000; generó 341 millones de toneladas equivalentes de dióxido de carbono [MtCO₂e]; consumió cerca de 52 billones de metros cúbicos de agua (Textile Exchange, 2022).

Estas cifras se desglosan en la Imagen 49 según su origen: fibras vegetales, fibras animales y fibras sintéticas, celulósicas (MMCF) y no-celulósicas.

Imagen 48: Gránulos de almidón bajo lente microscópica
Recuperado de <https://www.britannica.com/science/starch>

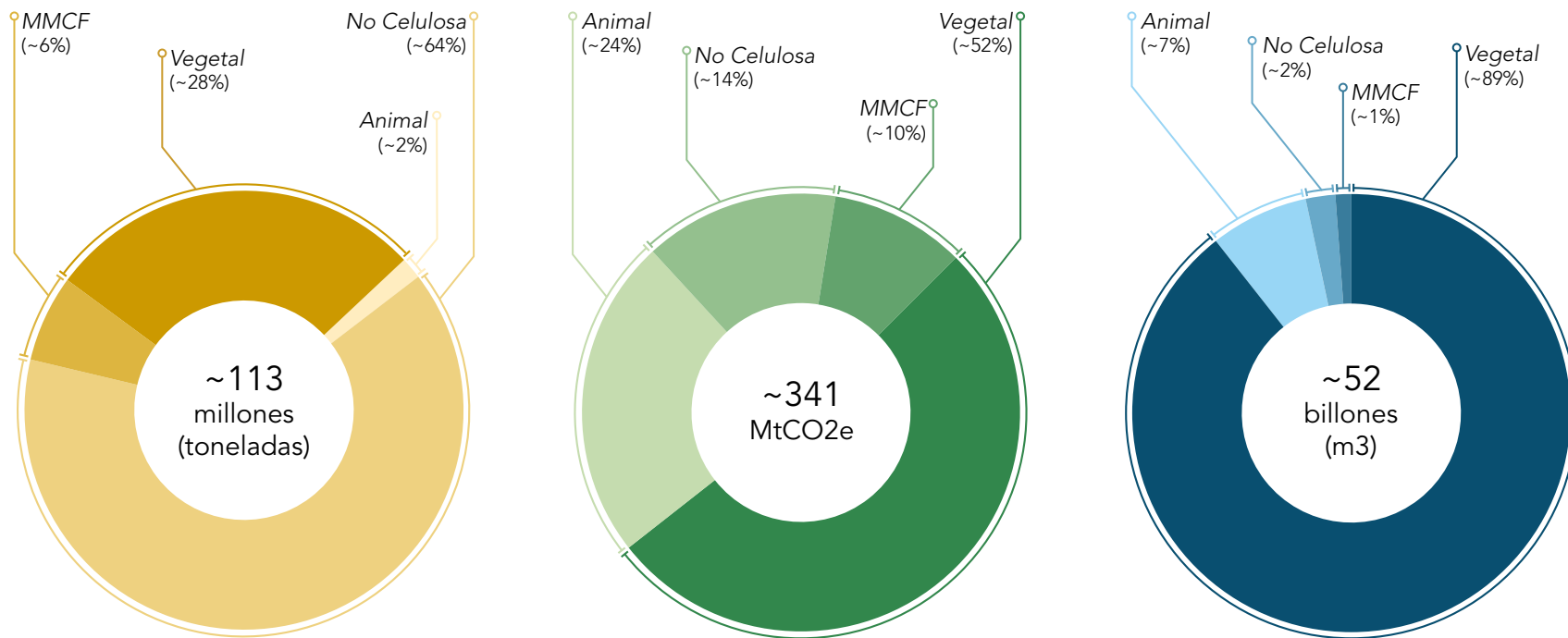


Imagen 49: Producción global de fibras (amarillo), emisión global de dióxido de carbono (fibras) (verde) y consumo global de agua (fibras) (azul).
Elaboración propia a partir de (Textile Exchange, 2022)

Materiales Bio-basados

Con volúmenes aún mayores, la investigación de McKinsey & Company y Global Fashion Agenda (2020) indica que **el 2018 la producción de textiles concentró el 4% de las emisiones globales de todas las industrias**, alcanzando una cifra de 2,1 billones de toneladas equivalentes de CO₂ [GtCO₂e].

Las cifras medioambientales y económicas funcionan como una gran medida para poner en valor las externalidades negativas al hablar de producción, sin embargo, la arista social, y la menos cuantificable (en gran medida por la voluntad de las empresas por declarar), es la arista que más se pasa por alto al momento de discutir sobre sostenibilidad. El modelo económico lineal detrás de la producción de los textiles y prendas oculta las precarias condiciones laborales a las que día a día se enfrenta los trabajadores: riesgo de sufrir accidentes, exposición a químicos dañinos, alta probabilidad de fatiga por exceso de trabajo, entre otros (Butler y Begum, 2023; Ditty, 2015; Ellen MacArthur Foundation, 2017; Meier, 2021; Notten, 2020).v

«China e India son los países con el riesgo social más alto debido a las fibras, hilado y producción, junto a Bangladesh con riesgos igual de significativos pero en etapas posteriores de la producción de textiles...»

(Notten, 2020)



Imagen X: Niño de 9 años en sweatshop de Tiruppur

Recuperado de <https://www.somewhereinblog.net/blog/GSA1953happy/30180250>

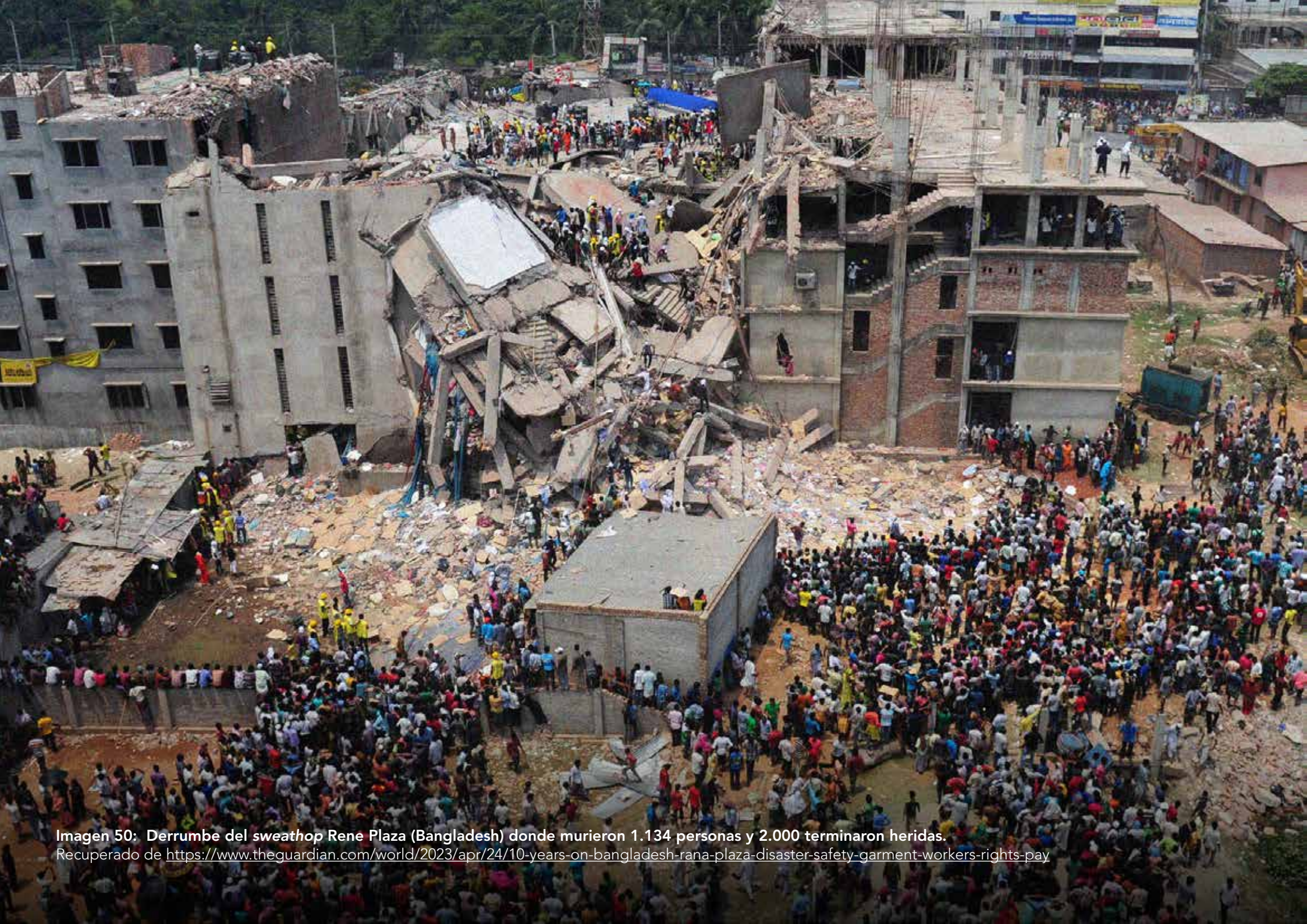


Imagen 50: Derrumbe del swethop Rene Plaza (Bangladesh) donde murieron 1.134 personas y 2.000 terminaron heridas.

Recuperado de <https://www.theguardian.com/world/2023/apr/24/10-years-on-bangladesh-rana-plaza-disaster-safety-garment-workers-rights-pay>

Por otro lado, el desarrollo de textiles bio-basados, o biotextiles, utiliza técnicas de producción amigables con el medioambiente (en ciertos casos menos contaminantes que los textiles convencionales) y desde la ética laboral. Este «nuevo» tipo de textiles se producen utilizando materias primas biopoliméricas de origen vegetal, fúngico o bacteriano, y muchos de los biotextiles que se encuentran actualmente en el mercado son textiles no tejidos, esto es, textiles que son formados a través de tratamientos químicos, mecánicos y/o térmicos, utilizando fibras como refuerzo y sin entrelazar o tejer.

A continuación, se presentan biotextiles con un flujo de trabajo estandarizado y producidos bajo condiciones industriales; nacionales e internacionales; disponibles comercialmente, patentados o en otros en proceso de desarrollo.

INTERNACIONAL NO TEJIDO VEGETAL / PARCIALMENTE BIO-BASADO

PIÑATEX®

Desarrollado a partir de Anam PALF®, un hilado de fibra de hoja de piña de Ananas Anam. Es un material no fibroso que contiene hasta un 95% de recursos renovables los que incluyen 72% de fibras de hojas de piña, 18% de PLA biobasado, 5% de PU biobasado y 5% de PU de origen fósil (Textile Exchange, 2022). Cuenta con certificación vegana de PETA y Vegan Society, y su desarrollo contribuye a la creación de nuevos puestos de trabajos en zonas rurales de Filipinas, Bangladesh y Costa de Marfil, aprovechando los residuos de las cosechas de la piña (Textile Exchange, 2022).



Imagen 51: Fibras de hoja de piña Anam PALF.
Imagen recuperada de <https://www.ananas-anam.com/>



Imagen 52: Colaboración PIÑATEX x CAT FOOTWEAR.
Imagen recuperada de <https://www.ananas-anam.com/>

INTERNACIONAL NO TEJIDO VEGETAL / PARCIALMENTE BIO-BASADO

DESSERTO®

Desarrollado por Adriano di Marti, este material es basado en el cactus nopal junto a otros aditivos. El 40% de la resina que se ocupa para su desarrollo es de fibra de nopal, proteínas y pigmentos, mientras que el 60% restante es de PU. Cuenta con certificación vegana PETA y su catálogo se extiende a aplicaciones de la industria automotriz bajo la marca DESSERTEX® (Textile Exchange, 2022).



Imagen 53: Muestras de DESSERTO sobre nopales (materia prima).
Imagen recuperada de <https://desserto.com.mx/>



Imagen 54: Colaboración DESSERTO x ADIDAS.
Imagen recuperada de <https://desserto.com.mx/>

INTERNACIONAL NO TEJIDO VEGETAL / 100% BIO-BASADO

MIRUM®

Desarrollado por Natural Fiber Welding [NFW], este material es basado en plantas y minerales, no contiene aditivos sintéticos o plásticos, y está libre de recubrimientos artificiales de PU o PCV. Cuenta con certificación USDA para materiales 100% biobasados, y es desarrollado a partir de materiales naturales vírgenes y residuos agrícolas reciclados (Textile Exchange, 2022).



Imagen 55: Comparación de muestras de MIRUM.
Imagen recuperada de <https://mirum.naturalfiberwelding.com/>



Imagen 56: Colaboración MIRUM x CAMPER.
Imagen recuperada de <https://mirum.naturalfiberwelding.com/>

INTERNACIONAL NO TEJIDO FÚNGICO / 100% BIO-BASADO

MYLO™

Desarrollado por Bolt Threads a partir de micelio, con hasta un 80% de material biológico, sin telas o soportes sintéticos. Si bien, Mylo está compuesto principalmente por micelio, este contiene lyocell y un acabado superficial de PU a base de agua. Cuenta con diferentes certificaciones, entre ellas, certificación vegana y de sustentabilidad (Textile Exchange, 2022).



Imagen 57: Muestra de MYLO.
Imagen recuperada de <https://boltthreads.com/technology/mylo/>



Imagen 58: Colaboración MYLO x LULULEMON.
Imagen recuperada de <https://boltthreads.com/technology/mylo/>

INTERNACIONAL NO TEJIDO BACTERIANO / 100% BIO-BASADO

MALAI®

Desarrollado por Malai Studio (Malai Eco) a partir de celulosa bacteriana cultivada con residuos agrícolas provenientes de la industria del coco en el sur de India. La cantidad diaria de agua residual que se recolecta desde una pequeña unidad de procesamiento de coco permite producir alrededor de 25 kg de celulosa (Textile Exchange, 2022).



Imagen 59: Muestras de MALAI.
Imagen recuperada de <https://malai.eco/>



Imagen 60: Producto fabricado con MALAI, por Malai Eco.
Imagen recuperada de <https://malai.eco/>

CHILE NO TEJIDO FÚNGICO

SPORA

Desarrollado por Spora Biotech a partir de micelio y utilizando nanotecnología en el proceso de la cosecha del hongo. Este micotextil se postula como una alternativa sostenible al cuero tradicional. Spora demora 20 días en terminar su etapa de crecimiento en comparación a los 3 años (mínimo) del crecimiento de un bovino, mientras que el post proceso demora 45 min en comparación a la curtiembre animal que usualmente demora entre 1 mes a 2 semanas (CNN, 2023).



Imagen 61: Laboratorio de Spora Biotech.
Imagen recuperada desde reportaje de CNN (2023).



Imagen 62: Micotextil desarrollado por Spora Biotech.
Imagen recuperada desde reportaje de CNN (2023)

CHILE

NO TEJIDO VEGETAL

WOODPACK

Desarrollado por Atacama Biomaterials a partir de papel reciclado. Woodpack se presenta como una película naturalmente compostable y con aplicaciones multipropósito, desarrollada utilizando tecnologías que incorporan la robótica y la Inteligencia Artificial [IA] (Atacama Biomaterials, s. f.).



Imagen 63: Muestras de Woodpack
Imagen recuperada de Atacama Biomaterials (s. f.)



Imagen 64: Packaging de Woodpack
Imagen recuperada de Atacama Biomaterials (s. f.)



Imagen 65: Exploraciones con arena del desierto como alternativa al hormigón bajo en carbono
Por: Material Finite

MATERIAL DRIVEN DESIGN 4

En la búsqueda por abordar el diseño de productos como una experiencia con la materialidad como motor principal, (Karana et al., 2015) proponen el método Material Driven Design [MDD] para ayudar al diseñador a estructurar, comunicar y reflexionar sobre sus decisiones en esta búsqueda de la experiencia material. El método nace desde la experiencia de los investigadores en proyectos de diseño de biocompuestos, o materiales compuestos biopoliméricos reforzados con fibras naturales, desde distintas aristas tecnológicas, junto al diseño de productos utilizando residuos como materia prima.

El método MDD abarca desde la propuesta material hasta el diseño de un producto más avanzado, comprendiendo cuatro etapas (ver imagen 66):

- 1) Comprender el material: Etapa en la que se realiza la caracterización técnica, experimental y experiencial del material propuesto.
- 2) Crear una visión de experiencia de materiales: Etapa en la que se realizan herramientas cualitativas para recopilar respuestas perceptuales de diferentes usuarios respecto de sus características superficiales.
- 3) Manifestar patrones de experiencia de materiales: Etapa en la que se identifican patrones a partir de las respuestas previamente recopiladas de los usuarios estudiados.
- 4) Diseñar conceptos del material/producto: Etapa donde se integran los elementos principales, encontrados en las etapas anteriores, en la fase de diseño, donde los conceptos de mejor desempeño se evalúan sobre el material.

Con el fin de ayudar a los investigadores a definir una experiencia real entre las diferentes interacciones de la materialidad, las personas y las prácticas, Giaccardi y Karana (2015) definieron los niveles experienciales: sensorial (desde los sentidos), interpretativo (desde los significados), afectivo (desde las emociones) y performativo (desde las acciones).

Esta investigación utiliza parte del método MDD como una herramienta para observar, registrar y reflexionar sobre la manera en la cual diferentes usuarios perciben el material compuesto en base a pelo humano.

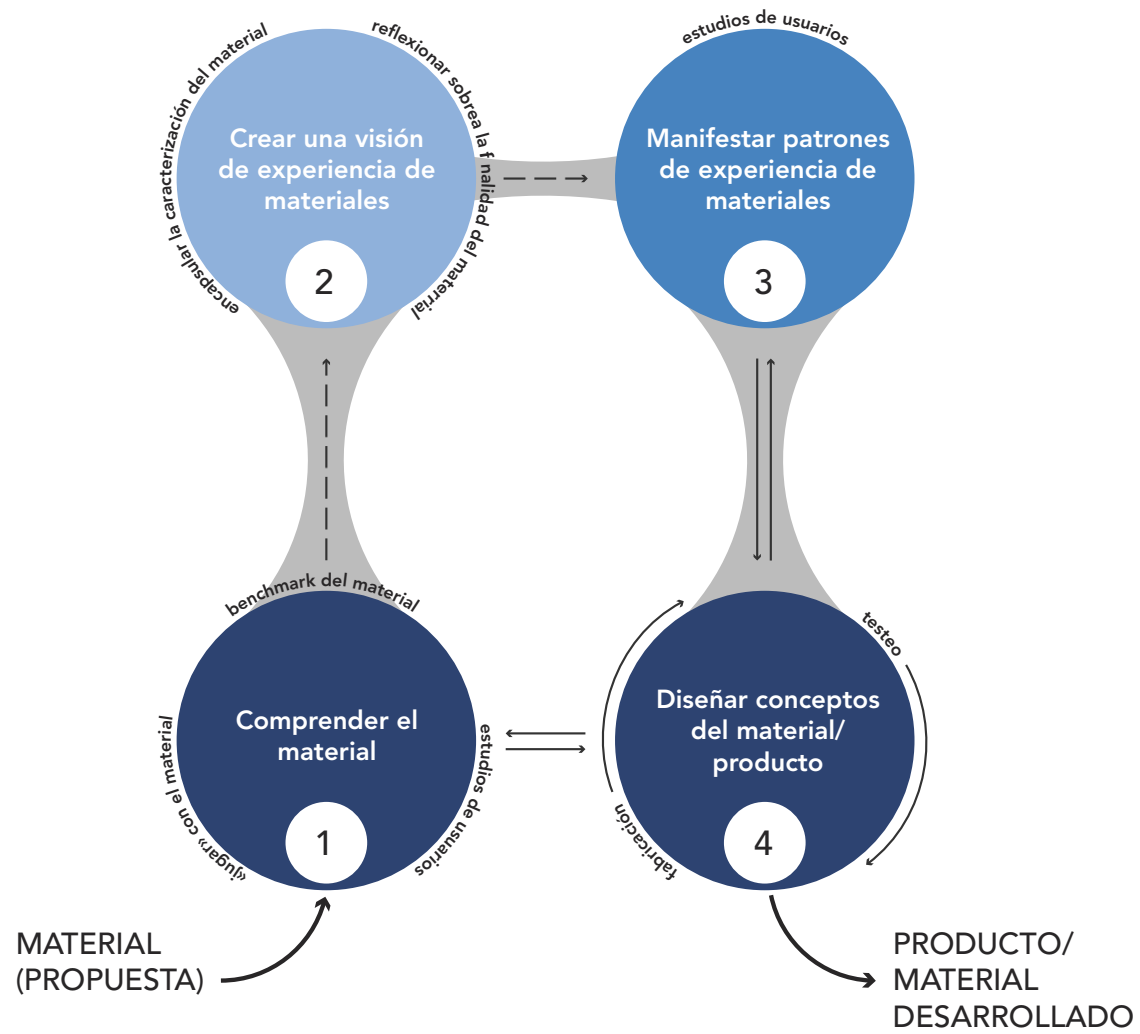


Imagen 66: Diagrama del método de Material Driven Design. Elaboración propia a partir de Karana et al. (2015)



Imagen 67: «The What Ifs»
Por: Dave Hoefler

ESTADO DEL ARTE 5

Según Dagmar Steffen (2010), la innovación involucra cambio, este sea desde la introducción de algo «nuevo» o un mejoramiento de lo existente, y esta innovación se vuelve evidente cuando se desarrolla un producto que considera este cambio. En su acta de conferencia, y a partir de la teoría del lenguaje de productos Offenbach desarrollada por Gros y Fischer en los 70s, Steffen también reflexiona sobre como estos cambios involucran un mejoramiento de la función práctica, la función semántica y/o la función estética-formal de un producto, donde la semántica y la estética-formal forman parte del «lenguaje del producto».

En el caso particular del desarrollo de una aplicación de diseño a partir de un material de pelo humano, solamente el uso de pelo humano posee un potencial de innovación debido a su gran carga simbólica. Sin embargo, esta aplicación debe dialogar con ciertos usuarios por lo que sus demás funciones deben estar previstas de una coherencia que satisfaga los requerimientos de diseño.

A continuación, se presenta la investigación previa del autor, junto a una exploración material con pelo humano y diferentes aplicaciones de diseño que utilizan, en una primera lectura, el pelo humano desde su función práctica y estética-formal.

INVESTIGACIÓN PREVIA DEL AUTOR

MATERIAL BIO-BASADO DE RESIDUO PELO HUMANO [2021]

Se desarrolla un material bio-basado de maicena y residuo pelo humano con el fin de resignificar el pelo humano como una materia prima sostenible. El material se configura en un formato laminar y presenta una superficie con características similares al cuero tradicional (ver Anexo 2).



Imagen 68: Probetas resultantes de la exploración material con residuo pelo humano y diferentes aglomerantes.

EXPLORACIÓN MATERIAL

CONTEMPORARY VANITAS

Thomas Vailly (2011) explora el pelo humano como recurso material para la experimentación de un bio compuesto utilizando cabello cortado, glicerina y sulfato de sodio.



Imagen 69: Boceto y vaso del proyecto Contemporary Vanitas.



REFERENTES DE DISEÑO

AGROPELO

La Fundación Matter Of Trust Chile (s. f.) desarrolla un colchón de ahorro hídrico a partir de pelo humano que permite reducir la necesidad de riegos a la mitad y aumenta entre un 20 a 30% el crecimiento y calidad de las plantas.



Imagen 70: Colchones Agropelo instalados en plantación de olivos.

HUMAN MATERIAL LOOP

Bajo el nombre de Human Material Loop (s.f), Zsofia Kollar junto a diferentes investigadores y productores diseñan y fabrican vestimenta bajo lógicas circulares en un ciclo cerrado de producción utilizando un hilado de pelo humano.



Imagen 71: Chaleco tejido de hilado de pelo humano.

WIGGY

Oksana Bondar (2018) explora las capacidades del pelo humano como fibra valiosa pero olvidada y descartada, humedeciéndolo a la manera del fieltro para luego laminarlo y darle forma de asiento.



Imagen 72: Asiento fabricado con PLA y pelo humano.

HAIR HIGHWAY

Studio Swine (2014) utiliza el pelo humano y resina natural en la producción de objetos modernos inspirados por la dinastía Qing y la era Shanghai-Deco de los años 1920s.

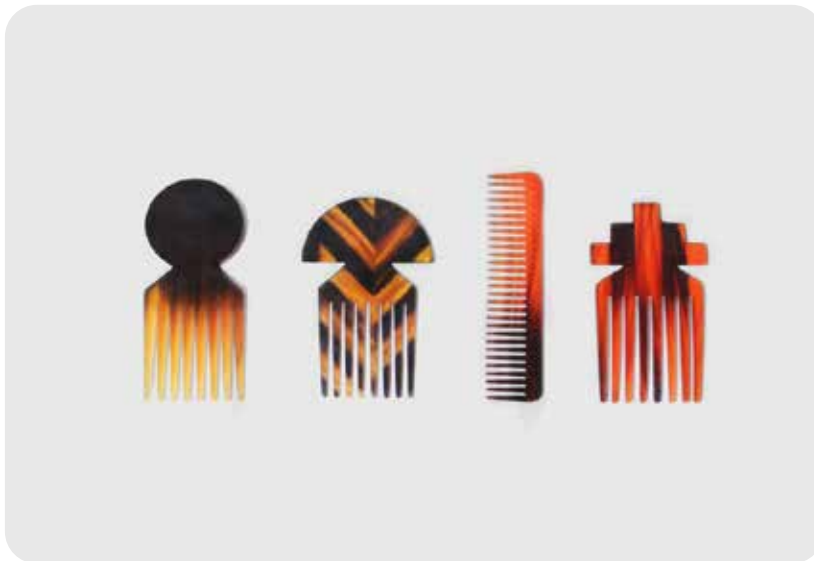


Imagen 73: Peines y peinetas del proyecto Hair Highway.

THE COLOUR OF HAIR

Rigters y Hendry (2016) exploran el cabello también desde la estética con un énfasis en su morfología. The Colour of Hair utiliza el pelo humano para decorar la superficie de metales, variando su distribución y creando diferentes patrones.



Imagen 74: Superficies metálicas decoradas con pelo humano.

FASE DOS

DEL CUERPO

AL MATERIAL



Imagen 75: Pelo humano pulverizado 1
Por: Álvaro Asalgado G.



Imagen 76: Pelo humano pulverizado 2
Por: Álvaro Asalgado G.

METODOLOGÍA

Del Cuerpo al Material describe, en 3 etapas, la transformación del residuo pelo humano en un material compuesto homobasado, su caracterización técnica y perceptual, y la construcción de su identidad gráfica. En la primera etapa se identifican los puntos críticos del estadio previo de la investigación del material homobasado desarrollado por el autor con el objetivo de mejorar su logística de producción. La segunda etapa considera el uso de herramientas del método MDD para el desarrollo de una ficha técnica y otra experiencial. Finalmente, en la tercera etapa se construye una propuesta de logotipo para el material que considera los conceptos identificados en la segunda etapa, permitiendo postularlo como un producto por sí mismo.

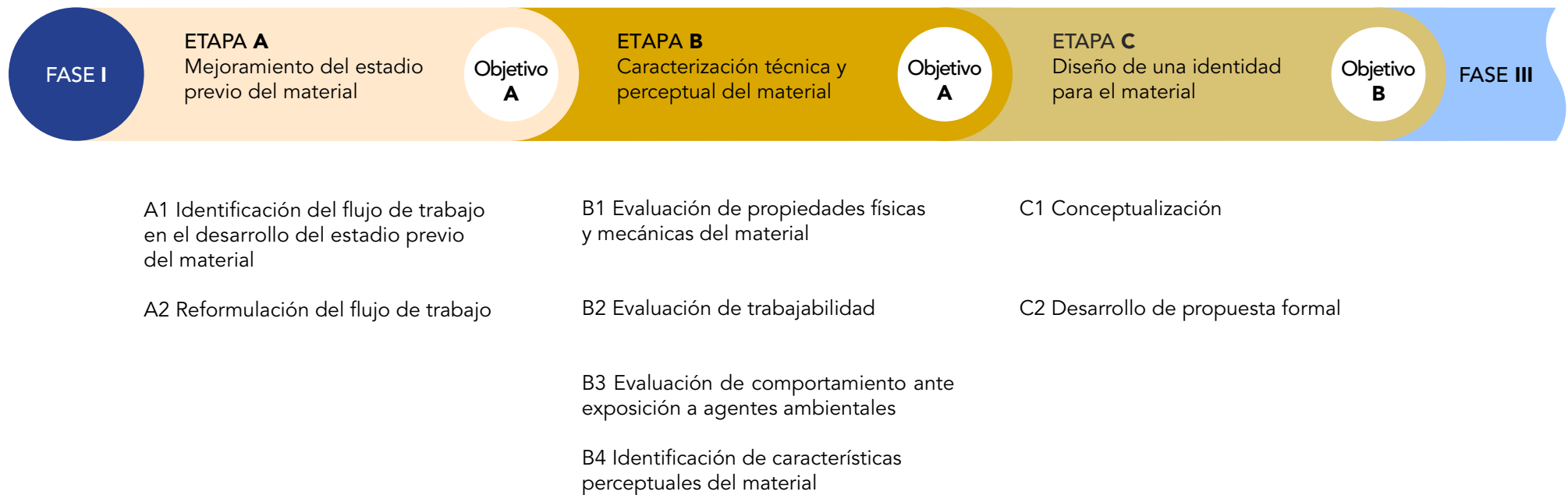


Imagen 77: Esquema metodológico de la Fase 2.
Elaboración propia

ETAPA A

MEJORAMIENTO DEL ESTADIO PREVIO DEL MATERIAL

La etapa A comprende 2 actividades dedicadas al mejoramiento del estadio previo del material mediante la identificación de los procesos de su flujo de trabajo y la modificación, incorporación o eliminación de estos procesos. La primera actividad es de análisis, y se describen los procesos del flujo de trabajo del estadio previo del material junto a observaciones relevantes de las tareas involucradas. La segunda actividad contempla una exploración experimental, donde se proponen mejoras a partir del análisis realizado previamente. En esta actividad se evalúan las propuestas y se seleccionan los procesos que cumplen que permiten un flujo de trabajo con mejores resultados. En la Tabla 4 se describen las tareas correspondientes a cada actividad.

Tabla 4: Etapa A, actividades y tareas. Elaboración propia

ETAPA	ACTIVIDADES	TAREAS
A. Mejoramiento del estadio previo del material	A1. Identificación del flujo de trabajo en el desarrollo del estadio previo del material	A11. Reconocer los procesos relacionados al residuo pelo humano
		A12. Reconocer los procesos relacionados al desarrollo del material
		A21. Analizar flujo de trabajo y proponer mejoras
		A22. Evaluar propuestas de mejoramiento relacionadas al residuo pelo humano
	A2. Reformulación del flujo de trabajo	A23. Evaluar propuestas de mejoramiento relacionadas a la configuración del material
		A24. Establecer nuevo flujo de trabajo conforme a las propuestas

ACTIVIDAD A1

Identificación flujo de trabajo en el desarrollo del estadio previo del material

Tarea A11: Reconocer procesos del residuo pelo humano

Se reconocen los procesos relacionados al residuo pelo humano:

A11a. Obtención del residuo

A11b. Limpieza del residuo

A11c. Pulverizado del residuo

A11d. Guarda del residuo

Tarea A12: Reconocer procesos del desarrollo del material

Se reconocen los elementos clave de los procesos relacionados a la configuración del material:

A12a. Cocción

A12b. Probeta

Para cada tarea se genera un cuadro o tabla donde se describen las subtareas a, b y c, los actores involucrados, y las observaciones de relevantes presentes en el flujo de trabajo.






Imagen 78: Pelo humano pulverizado 3
Por: Álvaro Asalgado G.

ACTIVIDAD A2

Reformulación del flujo de trabajo

Tarea A21: Analizar flujo de trabajo y proponer mejoras

Se proponen mejoras en los procesos del flujo de trabajo a partir de las tablas generadas en la actividad anterior, donde se consideran las subtareas relacionadas al residuo pelo humano y del material.

Tarea A22: Evaluar propuestas de mejoramiento relacionadas al residuo pelo humano

Se evalúan las propuestas relacionadas al residuo.

Tarea A23: Evaluar propuestas de mejoramiento relacionadas al material

Se evalúan las propuestas relacionadas al desarrollo del material.

Tarea A24: Establecer nuevo flujo de trabajo conforme a las propuestas

Se establecen las nuevas relaciones entre los procesos elegidos para el nuevo flujo de trabajo y se presentan utilizando un diagrama de flujo

ETAPA B

CARACTERIZACIÓN TÉCNICA Y PERCEPTUAL DEL MATERIAL

La etapa B comprende 4 actividades que describen los ensayos, herramientas y métodos utilizados para evaluar, y recopilar, las características técnicas y perceptuales del material. La primera actividad se realiza en el Laboratorio de Investigación y Control de Calidad en Cueros y Textiles [LICTEX], parte de la facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Santiago de Chile, y pone a prueba las características físicas y mecánicas del material según los estándares de calidad nacionales e internacionales del cuero. La segunda actividad describe el comportamiento y desempeño del material ante diferentes técnicas y herramientas de trabajo. La tercera actividad es de observación y expone el comportamiento del material luego de exponerse a diferentes condiciones ambientales. La cuarta y última actividad recopila y evidencia aristas perceptuales del material mediante la implementación de herramientas del método MDD. En la Tabla 5 se describen las tareas correspondientes a cada actividad.

Tabla 5: Etapa B, actividades y tareas. Elaboración propia

ETAPA	ACTIVIDADES	TAREAS
B. Caracterización técnica y perceptual del material	B1. Evaluación de propiedades físicas y mecánicas del material	B11. Calcular densidad
		B12. Ensayar propiedades físicas: Absorción y Expulsión de Agua
		B13. Ensayar propiedades mecánicas: Resistencia a la flexión, solidez del color al frote circular y a la abrasión de Taber
		B14. Analizar propiedades mecánicas
	B2. Evaluación de trabajabilidad	B21. Evaluar corte, perforación, costura
		B22. Evaluar CNC láser: corte y grabado
		B3. Evaluación de comportamiento ante exposición a agentes ambientales
		B4. Identificación de características perceptuales del material
		B31. Evaluar agentes ambientales: degradación, luz UV, humedad ambiental
		B41. Evaluar experiencias a través del método MDD

ACTIVIDAD B1

Evaluación de propiedades físicas y mecánicas del material. *Se ensayan 3 variaciones del material en cada tarea de esta actividad: material tradicional, recubierto con aceite de linaza, y recubierto con una mezcla de aceite de linaza y cera de soya.*

Tarea B11: Calcular densidad

Se calcula la densidad del material considerando 3 probetas de 50 x 50 x 1 [mm] por variación del material. La densidad relaciona la masa y el volumen del material, permitiendo establecer un estándar de comparación y en su cálculo se utiliza la fórmula:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Donde ρ es la densidad [kg/m³], m es la masa [kg] y V es el volumen [m³].

Para medir la masa y el volumen de las probetas se utiliza un pie de metro digital, 0 a 200 mm, marca Mitutoyo y una balanza digital Gemini GR-120, 120 x 0,1 mg, marca A&D, instrumentos de medición de LICTEX (ver Imagen 79).

Tarea B12: Ensayar propiedades físicas

Se continua con el ensayo de absorción y expulsión de agua según la norma chilena NCh 773/1993 para Cuero. Los ensayos se realizan en LICTEX de la Universidad de Santiago de Chile y se utilizan las probetas de la tarea B11. Este ensayo requiere: una herramienta para dimensionar las probetas, recipientes para contener las probetas, agua destilada, papel filtro y una balanza digital con precisión mínima de 0,01g. En primera instancia, las probetas se pesan y registran para luego sumergirlas en agua destilada por 8 horas a 20°C. Posteriormente a las 8 horas, las probetas se pesan y registran en estado húmedo teniendo la consideración de quitar las partículas de agua de la superficie de las probetas utilizando papel filtro antes de la medición. Finalmente, se vuelven a pesar y registrar luego de exponerse a temperatura ambiente por 16 horas.

Con las mediciones obtenidas, se calcula el porcentaje de absorción agua de las probetas:

$$\%_{\text{absorción}} = \frac{m_H - m_i}{m_i} \cdot 100\%$$

Donde $\%_{\text{absorción}}$ es el porcentaje de absorción [%], m_H es la masa húmeda [g] y m_i es la masa inicial [g].

En el caso de la expulsión de agua, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\%_{\text{expulsión}} = \frac{m_H - m_f}{m_H - m_i} \cdot 100\%$$

Donde $\%_{\text{expulsión}}$ es el porcentaje de expulsión [%], m_H es la masa húmeda [g], m_i es la masa inicial [g] y m_f es la masa final [g]. Los instrumentos utilizados son los mismos que para la tarea B11.

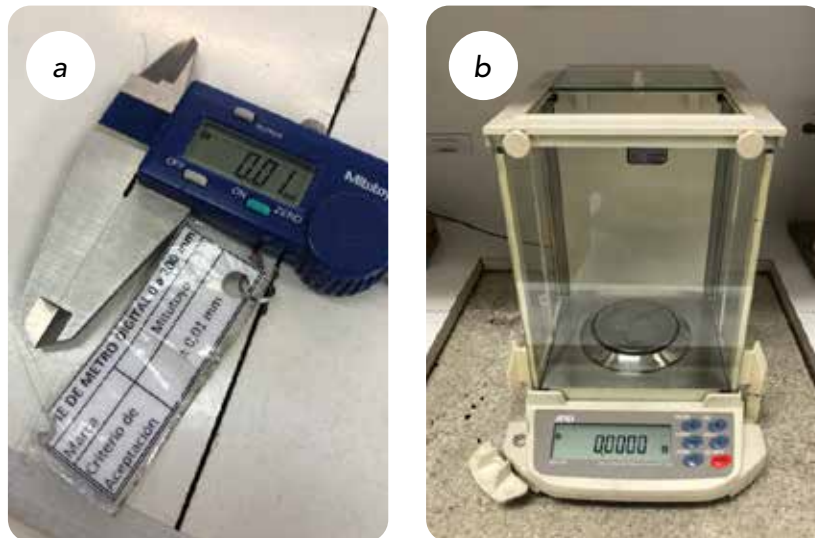


Imagen 79: (a) Pie de metro digital y (b) Balanza digital.

Tarea B13: Ensayar propiedades mecánicas

Los ensayos se realizan en LICTEX bajo la supervisión de Vivian, investigadora del laboratorio. Cada ensayo requiere de su norma chilena correspondiente, detalladas a continuación junto con sus procesos.

Flexión

Se ensayan 2 probetas de 90 x 65 x 1 [mm] por variación siguiendo la norma UNE-EN ISO 5402-1 2012 para cuero. Cada probeta debe ubicarse en una de las estaciones del equipo para medir la flexión de un cuero, o flexómetro, marca Gotech (ver Imagen 80). La probeta se dobla como se muestra en la imagen 81 y se dispone entre los sujetadores de la estación. Una vez sujeto se indica la cantidad de ciclos de uso y se observa el comportamiento del material. Un ciclo de uso equivale a una torcedura del material por parte del sujetador superior: movimiento en el cual este sujetador gira hacia atrás para luego volver a su punto inicial completando un ciclo.

Este ensayo permite identificar los puntos de flexión críticos de un cuero, el cual se espera que no presente ninguna rotura considerando un uso del material equivalente a 100.000 ciclos. Los resultados de este ensayo son cualitativos y se basan en la observación del estado del material



Imagen 80: Aparato para flexión cuero donde se indica (a) sujetador.

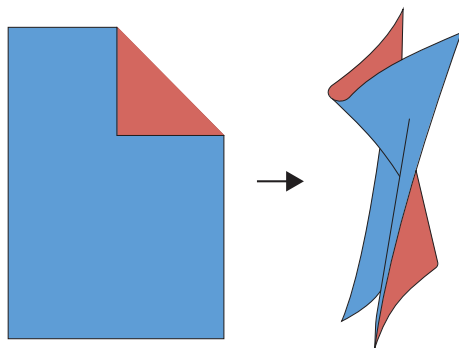


Image 81: Dobleza de la probeta. Cara anterior (azul), cara posterior (roja). Elaboración propia

Solidez del color al frote circular

Se ensayan 2 probetas de 110 x 25 x 1 [mm] por variación bajo el método de prueba SATRA TM8 para cueros y textiles: una probeta se ensaya en seco considerando 150 ciclos y la otra se ensaya humedecida con agua destilada considerando 50 ciclos. El ensayo requiere del uso de un «testigo», un fieltro blanco y delgado que se frota contra el material para medir la transferencia de color del material producto del roce. Para este ensayo se utiliza un equipo de movimiento rectilíneo como el de la Imagen 83.

El equipo permite estirar el material a ensayar mediante un mecanismo giratorio que va indicando el % de elongación a medida que gira. La norma requiere que el ensayo sea iniciado una vez el material sea extendido un 10%, por lo que el material debe ubicarse en la plataforma de elongación en su estado de «reposo» o inicial. El material se sujeta desde los extremos con ayuda de pernos y luego se extiende. El testigo se ubica en la parte superior del equipo, cubriendo la cara inferior de una estructura que se desliza por un cabezal. El testigo debe instalarse procurando que ninguna arruga o bulto este presente en la zona que estará en contacto con el material (ver Imagen 94). Finalmente, el cabezal se baja, alineándose con el material y se indica la cantidad de ciclos correspondiente al tipo de ensayo, en seco o húmedo.

Los resultados son cualitativos y se evalúan con una paleta de transferencia de color en un rango del 1 al 5, donde 5 indica un material sin desgaste de color (ver Imagen 85).



Imagen 83: Equipo para medir resistencia al frote.



Imagen 84: Instalación del testigo (fieltro).

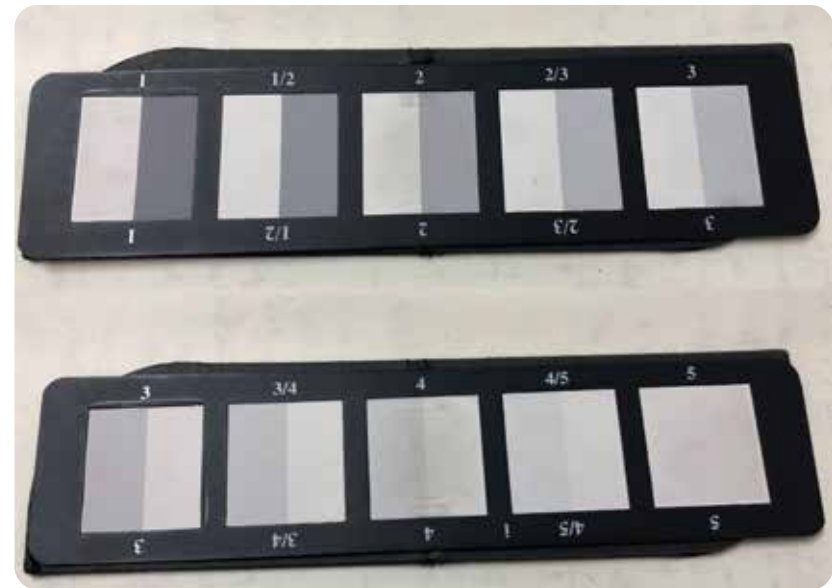


Imagen 85: Paleta de transferencia de color.

Abrasión de Taber

Se ensaya 1 probeta de $\varnothing 13 \times 1$ [mm] por variación siguiendo la norma ASTM D3884-09 (2013) para cuero. El equipo que se utiliza es un abrasímetro Taber marca IndustriaHP, como el de la imagen 86. Las probetas serán sometidas a una abrasión de velocidad constante de 10.000 ciclos sobre dos extremos de una de sus caras, por lo que la cara oculta se sujeta a la plataforma de rotativa antes de comenzar el ensayo.

Los resultados son cualitativos y se evalúa mediante observación si la probeta presenta desgaste u orificios.

Tarea B14: Analizar propiedades mecánicas

Se analizan los resultados de los ensayos de la tarea B13 para establecer el desempeño del material en comparación al estándar que la norma establece para el cuero, material más afín. Este análisis se resume en una tabla que considera los resultados obtenidos, el estándar que debe cumplir un cuero, si el material cumple con el estándar, y comentarios.



Imagen 86: Abrasímetro Taber, IndustriaHP.

ACTIVIDAD B2

Evaluación de trabajabilidad

Tarea B21: Evaluar técnicas textiles - corte, perforación, costura

Se emplean diferentes técnicas de trabajo textil en el material, observando y evaluando el comportamiento del material conforme al uso de instrumentos de corte, instrumentos de punzado e instrumentos de costura. Cada técnica se evaluará cualitativamente en una tabla que considera rangos de satisfacción del desempeño del material junto con observaciones de los resultados.

Corte

Se utiliza una tijera genérica para manualidades y un cuchillo cartonero con hoja Olfa LBB de 18 mm (ver Imagen 92).

Perforación

Se utiliza un alicata de perforación para ojettillos y se instalación ojettillos (ver Imagen 90 y 91).

Costura

Se utiliza una máquina de coser recta Brother, modelo BM3850 (ver Imagen 87), de las independencias del Taller de Maquetas y Prototipos de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile. También se utilizan aguja e hilos de poliéster y un tenedor tipo punzón casero (adaptado por el autor) (ver Imagen 88 y 90).



Imagen 87: Máquina de coser.



Imagen 88: Aguja e hilo de poliéster.



Imagen 89: Alicates de instalación de ojettillos.



Imagen 91: Alicates de perforación para ojettillos.



Imagen 90: Tenedor tipo punzón, artesanal.



Imagen 92: Tijera genérica y cuchillo cartonero.

Tarea B22: Evaluar CNC láser - corte y grabado

Se utiliza el equipo CNC láser marca ORTUR, modelo Laser Master 2 Pro S2, para evaluar los resultados de corte y grabado láser sobre el material. En las imágenes 93 y 94 se muestran las figuras a probar.

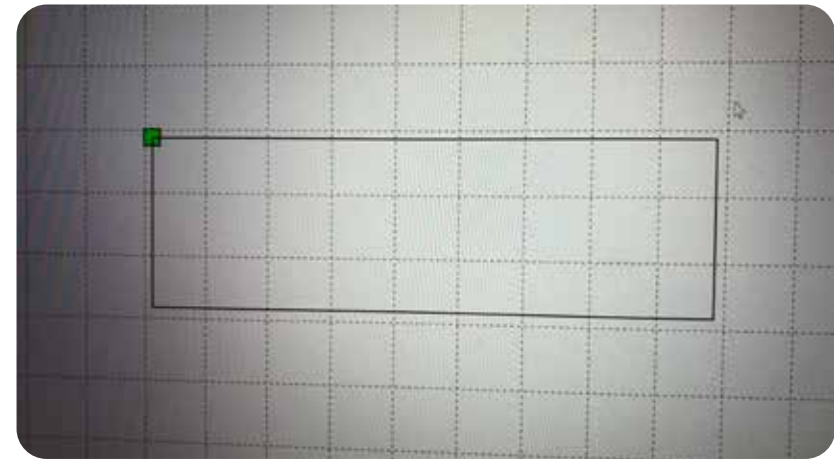


Imagen 93: Vector rectangular para corte láser.

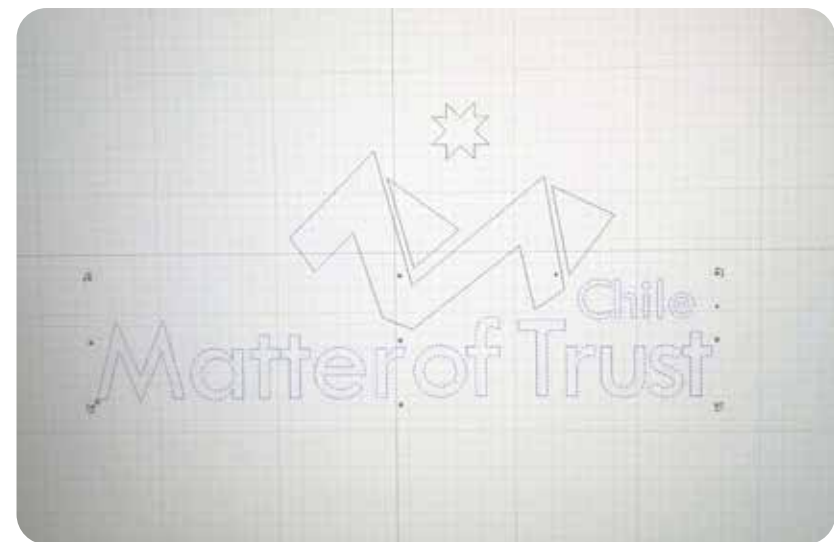


Imagen 94: Logo fundación Matter of Trust Chile para grabado láser.

ACTIVIDAD B3

Evaluación de comportamiento ante exposición a agentes ambientales

Tarea B31: Evaluar agentes ambientales: degradación, luz UV, humedad

Se exponen diferentes tamaños de probetas bajo diferentes condiciones ambientales para observar y registrar el comportamiento del material ante diferentes factores ambientales.

Degradación

Se exponen 4 probetas de 50 x 50 x 2 [mm] sobre tierra de compostaje casero dispuesto en un macetero cubierto por fibras naturales con el fin de simular condiciones más comunes en la «naturaleza», donde el suelo se encuentra rodeado de este tipo de «maleza». Este escenario se plantea por 1 mes para luego cambiar la cubierta de fibra natural por un plato cerámico, simulando condiciones más cercanas a un sistema de compostaje donde la materia orgánica se aísla de luz y donde la humedad se mantiene constante y alta, esto por período de 5 meses (ver imagen 95).

El macetero se monta alejado del «suelo vivo» para observar el comportamiento del material sobre un escenario aislado de organismos vivos visibles. La evaluación es cualitativa y se registra la evolución mediante fotografías.

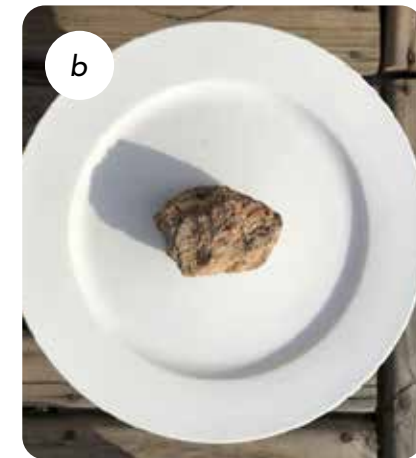


Imagen 95: (arriba) Montaje principal, (a) Cubierta de fibra natural, (b) cubierta cerámica.

Luz UV

Se monta un escenario que permite colgar una probeta de 170 x 240 x 1 [mm] en el centro de un espacio, sobre una superficie blanca de papel (ver Imagen X). Se mide el índice de luz UV con Arduino Uno y 4 sensores de luz UV GUVA-S12SD marca Keyes: 1 sensor ubicado sobre el material, 1 sensor ubicado sobre la sombra proyectada por el material (ver Imagen 97), y 2 sensores debajo de dos tipos de sombreros distintos (ver imagen 96). Se utiliza el software Arduino IDE para construir el código de lectura de los sensores y la herramienta «Transmisor de datos» del software Excel de Microsoft para el registro de las mediciones.



Imagen 96: Disposición de sensores en relación con los sombreros.

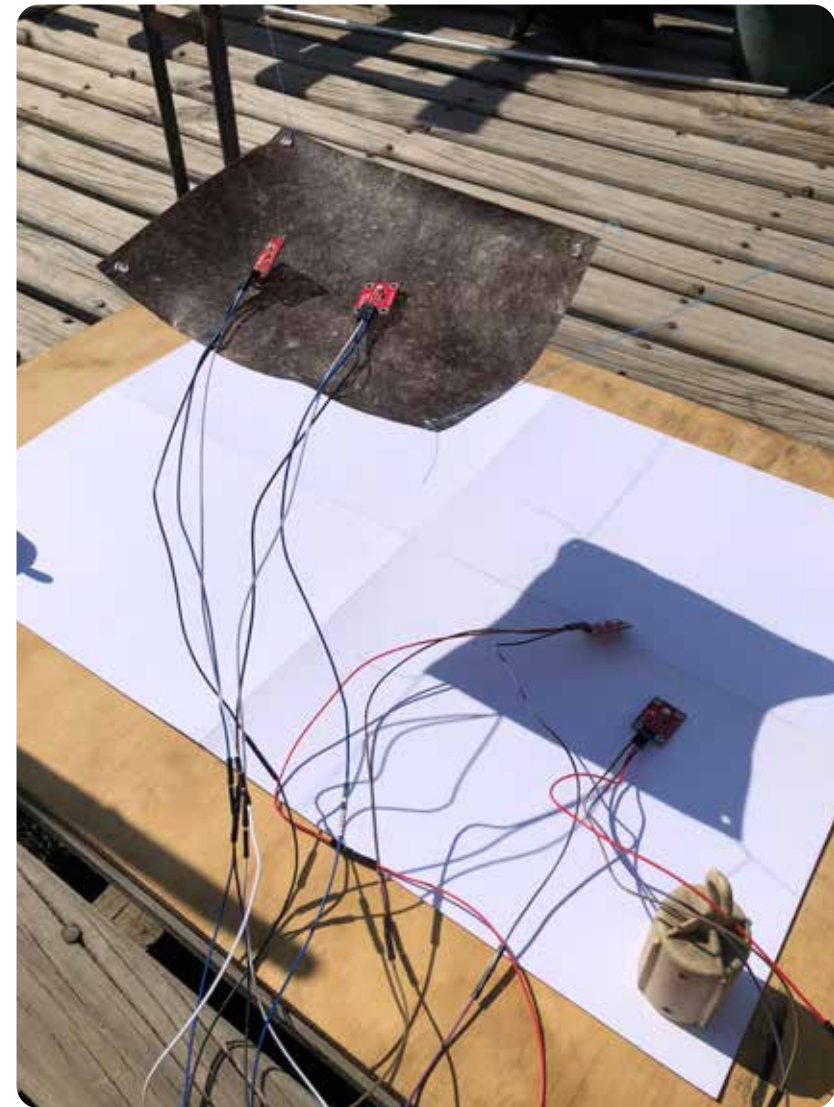


Imagen 97: Disposición de sensores en relación con el material

Humedad ambiental

Se utiliza la misma estructura y el mismo formato de probeta que se ocupan para la medición de luz UV. Para esta evaluación se posiciona la probeta con un leve ángulo de inclinación que permita dirigir el «posible» curso de agua hacia un recipiente de vidrio apto para horno (ver imagen 98). Esta prueba incluye registro fotográfico de la recolección de agua de la probeta y la recolección de agua de una malla Raschel con el fin de poder comparar el desempeño del material homobasado con un material usualmente utilizado para capturar agua del ambiente (ver Imagen 99).



Imagen 98: Probeta y recipiente recolector de agua.



Imagen 99: Montaje con Malla Raschel

ACTIVIDAD B4

Caracterización perceptual del material

Tarea B41: Evaluar experiencias a través del método MDD

El método de MDD para evaluar experiencias en torno a los materiales describe 4 niveles experienciales, de los cuales 3 se evaluarán mediante una encuesta digital. Para completar esta encuesta se entrega una probeta de 100 x 100 x 1.5 [mm].

Sensorial

Se presenta un diferencial semántico en el cual las personas deben evaluar una lista de características con un valor entero entre -2 a 2, donde -2 indica que el material se asocia a cierta característica y 2 indica que el material se acerca a la característica antónima. Los resultados se presentan en un gráfico donde se indica cada tendencia.

Afectivo

Se presenta una lista de emociones entre las cuales las personas deben escoger 3 emociones que el material les despierta o provoca. Cada emoción debe ser evaluada con un valor entero entre -3 a 3 según el nivel de intensidad y el nivel de agrado asociado a la emoción. Los resultados se presentan como coordenadas en un plano cartesiano de ejes nivel de intensidad y nivel de agrado.

Interpretativo

Se presenta una lista de significados entre las cuales las personas deben escoger 3 significados que tengan relación con el material. Posteriormente, las personas deben asociar cada significado escogido a 2 imágenes de una colección de 3 imágenes agrupadas bajo el nombre del significado. Los resultados se presentan en una nube de palabras junto a las imágenes más frecuentes de los 3 significados con mayor frecuencia.

Finalmente, las personas deben responder las siguientes preguntas a modo de reflexión final:

¿Cuál es la característica más agradable del material?

¿Cuál es la característica más perturbadora del material?

¿Cuál es la característica más única del material?

ETAPA C

DISEÑO DE UNA IDENTIDAD PARA EL MATERIAL

La etapa C comprende 2 actividades que describen la conceptualización del material utilizando sus elementos característicos y el desarrollo una propuesta gráfica formal que funcione como identidad. La primera actividad se formula desde la identificación de los elementos característicos del material para generar un mapa conceptual a raíz de los conceptos asociados. En la segunda actividad se levanta una propuesta gráfica identitaria para el material a través de una génesis formal y la utilización de elementos gráficos complementarios. En la Tabla 6 se describen las tareas correspondientes a cada actividad.

Tabla 6: Etapa C, actividades y tareas. Elaboración propia

ETAPA	ACTIVIDADES	TAREAS
C. Diseño de una identidad para el material	C1. Conceptualización	C11. Identificar elementos y conceptos asociados al material
		C12. Generar mapa conceptual y concepto final
	C2. Desarrollo de propuesta formal	C21. Desarrollar génesis formal del concepto
		C22. Definir elementos gráficos complementarios

ACTIVIDAD C1

Conceptualización

Tarea C11: Identificación de elementos y conceptos asociados al material

En esta fase, se llevará a cabo una lluvia de ideas para identificar los elementos claves y conceptos relacionados con el material de estudio, con especial énfasis en las características del residuo pelo humano y su historia. Se graficará la lluvia de ideas a modo de mapa conceptual, permitiendo una comprensión integral que relaciones historia, culturas y material para identificar de manera visual los elementos claves para este proyecto.

Tarea C12: Generar mapa conceptual y concepto final

A partir de la lluvia de ideas previa, se realiza la identificación de interrelaciones entre elementos y conceptos relevantes. Este proceso permitirá la extracción de conceptos fundamentales, relacionando palabras clave para dar forma a la identidad del material.

ACTIVIDAD C2

Desarrollo de propuesta formal

Tarea C21: Desarrollar génesis formal del concepto

Tras establecer el concepto final, se avanzará en el desarrollo de la génesis formal. Se realizará un proceso creativo que incluirá bocetos, iteraciones y ajustes para dar forma a elementos que rescaten la identidad del material, dando paso a la formación del logo que establecerá los fundamentos visuales.

Tarea C22: Definir elementos gráficos complementarios

Se definirán elementos gráficos complementarios. Esto incluirá la selección de colores, tipografías y otros elementos visuales que refuercen la coherencia y la estética del material. Se buscará la presentación visual efectiva y atractiva del material en todas las aplicaciones.



Imagen 100: Primera probeta configurada del estadio previo
Por: Álvaro Asalgado G.

**RESULTADOS
ETAPA
A**

**MEJORAMIENTO
DEL ESTADIO PREVIO
DEL MATERIAL**

ACTIVIDAD A1

Identificación de debilidades y dificultades de los procesos del flujo de trabajo del material

Tarea A11: Reconocer procesos relacionados al residuo pelo humano

A11a. Obtención del residuo

La obtención del pelo humano utilizado en el desarrollo del estadio previo del material involucra 2 actores: personas naturales y peluquerías. Estos se obtienen mediante donaciones y se observa solamente cuero cabelludo limpio, perfumado y de diferentes largos y colores (ver imagen 101). En esta subtarea el pelo se selecciona y se categoriza según color.



Imagen 101: Pelo donado por personas naturales y peluquería.

A11b. Limpieza del residuo

El pelo se lava con revolviéndolo en una olla con agua, para luego secarlo por 24 horas al sol (ver imagen 102).



Imagen 102: Remojo de pelo en agua, proceso de secado sin viento y procesos de secado con viento

A11c. Pulverizado del residuo

El pelo humano es dimensionado con una tijera a un largo entre 2 a 3 cm (ver imagen 103), para luego pulverizarlo en un molino de cuchillas marca CGoldenWall, modelo HC-300, en intervalos entre 10 y 30 segundos, de 1 a 3 ciclos (ver imagen 104).



Imagen103: Pelo humano dimensionado.



Imagen 104: Pelo humano pulverizado.

A11d. Guarda del residuo

El pelo cortado se almacena en envases de vidrio y el pelo pulverizado en envases plásticos (ver imagen 105) Esto debido a que, según su forma, los envases plásticos utilizados permiten perder menos material pulverizado que los envases de vidrios disponibles.

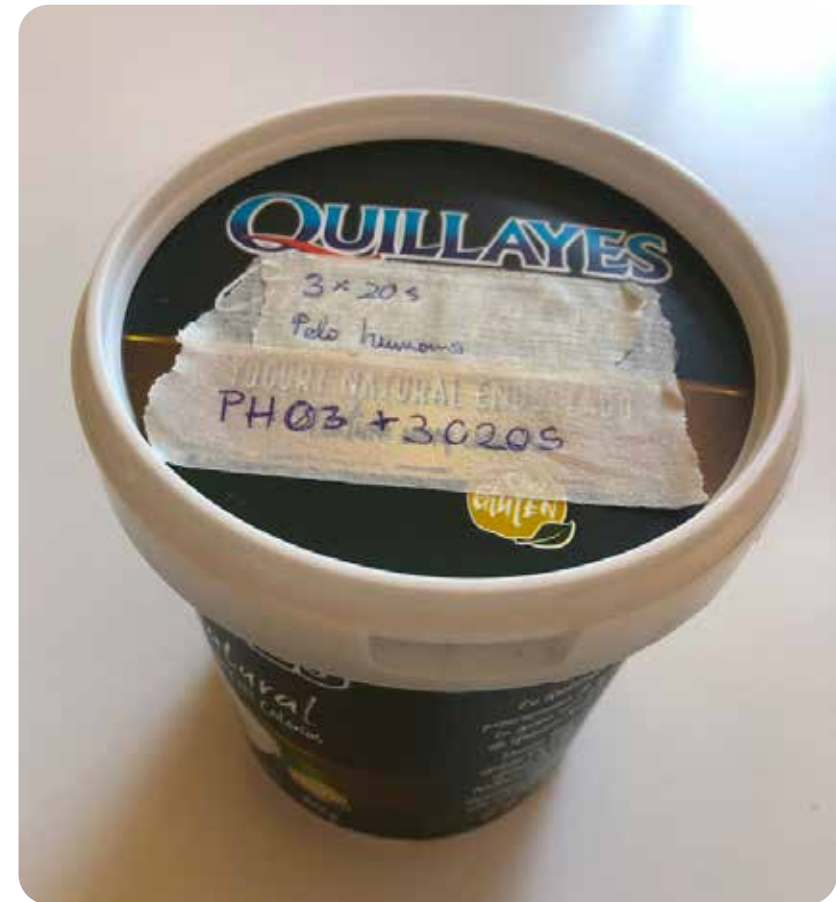


Imagen105: Contenedor para pelo humano dimensionado (izquierda) y contenedor para pelo humano pulverizado (derecha).

Tabla 7: Actores y observaciones de la tarea A11

TAREA	SUBTAREA	ACTORES	OBSERVACIONES
A11. Reconocer procesos del residuo pelo humano	Obtención del residuo	Peluquerías, personas naturales	No se observa cabello en mal estado o contaminado, pero si teñido
	Limpieza del residuo	Autor	El pelo se separa por color. No existen diferencias morfológicas relevantes entre las donaciones recibidas. El pelo se lava y enjuaga con agua.
	Pulverizado del residuo	Autor	El uso prolongado de la tijera para dimensionar provoca dolor y no pierde rápidamente filo.
	Guarda del residuo	Autor	Los contenedores con tapa de diametro menor al cuerpo principal no permiten un acceso eficiente del residuo.

Tarea A12: Reconocer procesos relacionados al desarrollo del material

Receta

El estadio previo del material utiliza la receta de código PhGIMzV1, que comprende agua, pelo humano pulverizado, maicena, vinagre y glicerina. Por comodidad, los ingredientes sólidos se pesan (maicena y pelo), los líquidos se miden según su volumen (agua, vinagre, glicerina) y la relación entre g y ml es 1:1. La proporción de los ingredientes es la siguiente.

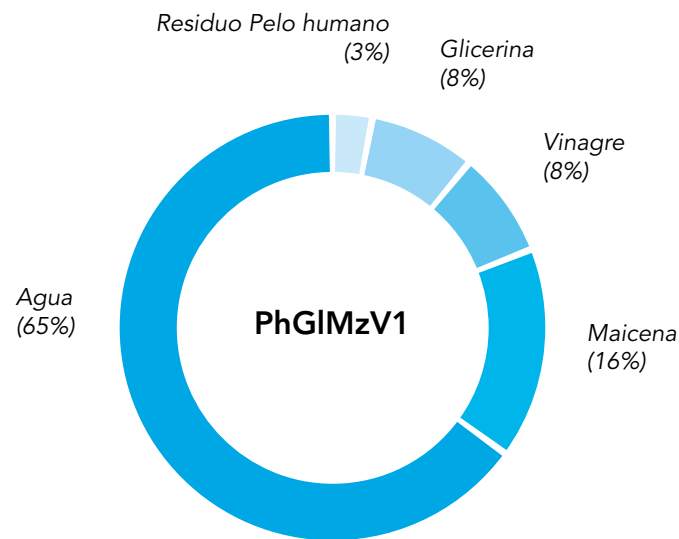


Imagen 106: Proporción de los ingredientes en PhGIMzV1.

A12a. Cocción

Para la medición se utiliza una balanza digital marca Fuzion, modelo PT-500, una probeta graduada marca StonyLab de 100ml y un vaso precipitado marca ULAB Scientific de 500ml. La probeta y el vaso precipitado son de vidrio borosilicato 3.3.

Para preparar la mezcla se siguen los siguientes pasos (ver imagen 107):

- 1) Se miden los ingredientes según proporciones
- 2) Se vierte el agua en la olla
- 3) Se incorpora el almidón y se revuelve hasta disolver los grumos y obtener una mezcla homogénea.
- 4) Se agrega la glicerina y el vinagre, y se revuelve hasta obtener una mezcla homogénea.
- 5) Se añade el pelo pulverizado y se revuelve hasta que el pelo esté completamente sumergido en la mezcla.
- 6) Se enciende la cocina
- 7) Se revuelve constantemente hasta que la mezcla logre gelificarse.
- 8) Se apaga la fuente de calor

El tiempo de cocción dependerá de la cantidad de la mezcla y de la temperatura de cocción. Una vez que se apaga la fuente de calor se procede a la siguiente tarea, la configuración del gel sobre el molde.



A. Almidón en balanza.



B. Agua más almidón.



C. Incorporando vinagre.



D. Incorporando pelo pulverizado



E. Mezcla homogénea.



F. Mezcla gelatinizada.

Imagen 107: Secuencia de la preparación de la mezcla, en orden alfabético

A12b. Probeta

En el estadio previo del material, el material se vierte y extiende sobre láminas de PEAD para lograr el formato laminar. Esto se realiza colocando la mezcla sobre la lámina de PEAD para luego colocar una segunda lámina de PEAD sobre la mezcla. Con la ayuda de una paleta, la mezcla se aplasta a través del PEAD hasta que alcance un grosor de 4 o 5 mm (ver imagen 108). Luego de 10 a 20 minutos, se quita el PEAD superior para que «respire». Posteriormente, la mezcla se deshidrata directamente al sol por 24 horas. De existir las condiciones anteriores, esto es, un día nublado, la probeta se deja deshidratar por al menos 3 días. En ambos casos, la probeta se voltea luego de 12 horas (ver imagen 109), procurando siempre que la cara que esté apoyada lo haga en contacto con PEAD. En el caso de que el tiempo de deshidratación sea mayor a 24 horas, el proceso de voltear la probeta se repite cada 12 horas. Finalmente, la mezcla estará lista una vez que ambas caras estén completamente secas y no se deformen con el tacto o luego de ser manipuladas (ver imagen 110).



Imagen 108: Extensión de la mezcla entre láminas de PEAD.



Imagen 109: Probeta configurada sobre lámina de PEAD.



Imagen 110: Probeta deshidratada.

Tabla 8: Actores y observaciones de la tarea A12

TAREA	SUBTAREA	ACTORES	OBSERVACIONES
A12. Reconocer procesos del desarrollo del material	Cocción	Autor	Sumergir y humectar completamente el pelo en la mezcla demora al menos 5 minutos
			Dispersar las aglomeraciones de pelo pulverizado demora al menos 5 minutos
	Probeta	Autor	La mezcla no fluye con facilidad por lo que los formatos de mayor tamaño presentan cierta dificultada para conformar.
			Una vez deshidratada, la probeta presenta cicatrices y burbujas de aire
			La deshidratación depende del sol o espacios sin parámetros constantes ni bajo control.

ACTIVIDAD A2

Reformulación del flujo de trabajo

Las propuestas planteadas para mejorar el flujo de trabajo del desarrollo del material se establecen desde la experiencia del autor trabajando en dos espacios de trabajo. El primer espacio de trabajo es la Fundación MOT Chile (ver Imagen 111), donde el autor realiza su práctica laboral y profesional, donde se familiariza con la logística productiva detrás del desarrollo de diferentes productos con pelo humano. El segundo espacio de trabajo es el Laboratorio de Investigación y Control de Calidad de Cueros y Textiles, donde el autor realiza las pruebas de caracterización física y mecánica del material (Actividad B1) (ver Imagen 112).



Imagen 111: Entrada al espacio de MOT Chile en HUB Providencia.



Imagen 112: Placa de identificación de LICTEX.

Tarea A21: Analizar flujo de trabajo y proponer mejoras

A partir de la obtención del residuo (tarea A11a):

El pelo que se obtiene de las donaciones por parte de personas interesadas en darle un nuevo uso a su pelo es una pequeña muestra del pelo que se puede obtener. Si se considera escalar el desarrollo de una aplicación de uso, es necesario establecer un flujo de trabajo lo más estandarizado posible. La estandarización requiere de una estrategia clara de trabajo y esta debe considerar incorporar un nuevo actor que se encargue de esta tarea. Finalmente, en esta propuesta surge la fundación MOT Chile, quienes recolectan el residuo pelo humano de una red de peluquerías comprometidas con el medioambiente. De esta manera, se propone a MOT Chile como un actor externo para esta tarea durante la investigación.

El pelo obtenido mediante donaciones de personas naturales viene lavado y sin suciedad aparente, razón por la cual todo el pelo es seleccionado y al ser una muestra pequeña, no existe mucho espacio para su categorización. En el caso de MOT Chile, el pelo que recolectan alcanza los miles de kg mensuales y su diversidad es extensa. En el caso de la selección, la fundación descarta el pelo muy sucio, esto es, el pelo que presenta sustancias directamente adheridas a sus fibras o pelo que se entrega dentro de un contenedor con desechos orgánicos. En el caso que el pelo solo tenga presente elementos externos como papeles, metal, vidrio, entre otros, estos se separan de los elementos mencionados.

En el caso de la categorización, la fundación recibe muestras de pelo muy corto (menor a 1 cm), corto (entre 1 a 5 cm), mediano (entre 5 a 10 cm) y largo (sobre 5 cm). Pelo teñido (diferentes colores) y, visualmente, natural. Pelo animal o pelo humano. En el caso de la morfología, la fundación no hace distinción debido que los usos no requieren una separación entre un cabello liso o rizado. Finalmente, la fundación establece categorías en relación con el largo, la «naturalidad» y el color.

A partir de la limpieza del residuo (tarea A11b):

El proceso de limpieza se da en 3 instancias: al seleccionar (mencionado anteriormente), luego de la categorización donde el pelo pasa al menos 1 mes en guarda en contenedores, y al momento de tejer el pelo, donde al pelo se le quitan elementos que hayan quedado en la selección. A partir de esto, se propone el mismo criterio de selección y categorización.

Para la limpieza del residuo, se propone un lavado del pelo con agua tibia y detergente biodegradable de ph neutro, desde la recomendación del equipo de trabajo de LICTEX quienes indican que toda fibra debe lavarse al menos una vez mediante ese procedimiento.

A partir del pulverizado del residuo (tarea A11c):

El pelo se dimensiona a un largo menor a 2 cm para luego ser pulverizado en el molino de cuchillas. Utilizar una tijera regular durante un extenso periodo de tiempo provoca cansancio en la musculatura de la mano y del antebrazo, además de presentar desgaste en sus hojas tras 3 sesiones de cortar cabello. Se propone utilizar una tijera de cortar especializada en cabello.

A partir de la guarda del residuo (tarea A11d):

No existe una gran diferencia entre utilizar un tipo de envase a otro, sin embargo, el uso de envases de cilíndricos presenta mayor comodidad ante envases tipo botellas, donde existe la presencia de un cuello cuyo diámetro es notablemente menor al del cuerpo. Se propone utilizar envases cilíndricos transparentes, que permite identificar el tipo de contenido.

Tabla 9: Actores, observaciones y propuestas de la tarea A11

TAREA	SUBTAREA	ACTORES	OBSERVACIONES	PROPUESTAS
A11. Reconocer procesos del residuo pelo humano	Obtención del residuo	Peluquerías, personas naturales	No se observa cabello en mal estado o contaminado, pero si teñido	<ul style="list-style-type: none"> - Levantar estrategia de recolección - Externalizar la obtención del residuo
	Limpieza del residuo	Autor	El pelo se separa por color. No existen diferencias morfológicas relevantes entre las donaciones recibidas. El pelo se lava y enjuaga con agua.	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer requerimientos de selección considerando estado del residuo - Establecer categorías claras - Establecer estándar de limpieza que considere la eliminación de suciedad no visible
	Pulverizado del residuo	Autor	El uso prolongado de la tijera para dimensionar provoca dolor y no pierde rápidamente filo.	<ul style="list-style-type: none"> - Cambiar a una tijera profesional o especializada en pelo
	Guarda del residuo	Autor	Los contenedores con tapa de diametro menor al cuerpo principal no permiten un acceso eficiente del residuo.	<ul style="list-style-type: none"> - Seleccionar un contenedor óptimo para almacenar pelo dimensionado y pelo pulverizado

A partir de la cocción (tarea A12a):

El orden en que se mezcla los ingredientes líquidos no presenta diferencia de resultado, sin embargo, el medir y verter la glicerina al último, su densidad resulta ser un factor de tiempo importante, tomando un tiempo considerable al vaciar por completo. Por lo que se propone medir y verter la glicerina en primer lugar, de esta manera, el agua o el vinagre medido se mezcla con la pequeña concentración de glicerina restante al interior del instrumento de medición, permitiendo aprovechar la glicerina por completo y ahorrar tiempo en la preparación de la mezcla líquida.

Para el caso del pelo pulverizado, debido a su baja densidad y la voluminosa estructura que se forma entre las pequeñas fibras, el tiempo que se demora en humedecerse completamente es elevado, por lo que se propone el pelo pulverizado como el primer ingrediente. Este debe ser acompañado de un utensilio o herramienta que permita aplastar y sostener el pelo pulverizado a una altura baja para que, al incorporar la mezcla líquida, el líquido fluya a través del pelo pulverizado y lo mantenga sumergido. La misma herramienta debe poder utilizarse para asistir la mezcla del pelo pulverizado y la parte líquida. Para la dispersión de las aglomeraciones de pelo, se propone utilizar una batidora eléctrica.

A partir de la probeta (tarea A12b):

Debido a la consistencia de la mezcla resultante del cocimiento y la velocidad de enfriamiento, configurar una probeta mayor a 400 x 400 mm presenta dificultades al extenderse: la mezcla tiende a arrastrarse a sí misma, separándose o deformando el volumen ya configurado a cierta altura. Se propone modificar la proporción de los ingredientes para que la nueva mezcla tenga mayor fluidez y permita una mejor configuración.

Las probetas presentan cicatrices y burbujas de aire, por lo que se espera que la propuesta del cambio en la receta tenga un impacto positivo en este aspecto.

En el caso de la deshidratación, se propone estandarizar el método de deshidratado mediante el habilitamiento de un espacio óptimo con el fin de tener mayor control de los parámetros, y con esto, poder observar los cambios de manera más precisa. Junto a lo anterior, se propone la búsqueda de otra materialidad que permita un mejor proceso de secado.

Tabla 10: Actores, observaciones y propuestas de la tarea A12

TAREA	SUBTAREA	ACTORES	OBSERVACIONES	PROPUESTAS
A12. Reconocer procesos del desarrollo del material	Cocción	Autor	Sumergir y humectar completamente el pelo en la mezcla demora 5 minutos como mínimo	- Utilizar herramienta para mantener y revolver el pelo pulverizado sumergido en la mezcla líquida
			Dispersar las aglomeraciones de pelo pulverizado demora al menos 5 minutos.	- Incorporar uso de batidora
	Probeta	Autor	La mezcla no fluye con facilidad por lo que los formatos de mayor tamaño presentan cierta dificultada para conformar.	- Modificar la mezcla
			Una vez deshidratada, la probeta presenta cicatrices y burbujas de aire	- Modificar la mezcla
			La deshidratación depende del sol o espacios sin parámetros constantes ni bajo control.	- Establecer un espacio de deshidratación que permita mayor control y diversidad de rangos de temperatura - Probar otras materialidades

Tarea A22: Evaluar propuestas de mejoramiento relacionadas al residuo pelo humano

A partir de las propuestas para la obtención del residuo (tarea A11a):

Se incorpora a MOT Chile como un nuevo actor en el flujo de trabajo, quienes ponen a disposición el residuo pelo humano que el autor necesite durante el desarrollo de esta investigación. Se establecen los mismos criterios de selección y categorización que MOT Chile.

A partir de las propuestas para la limpieza del residuo (tarea A11b):

En el caso de la limpieza, se establece el método recomendado por Lorena Ramírez, encargada de LICTEX: utilizar agua tibia y detergente biodegradable marca BioFrescura para limpiar el pelo humano de residuos no perceptibles. Para esto requieren de un recipiente para el pelo, un recipiente para desecho contaminantes, una jeringa para recolectar detergente, agua tibia para primer lavado, una polera de tela natural para usar como filtro, una canasto tipo rejilla para la polera, contenedor para agua residual y agua fría para segundo lavado. Las medidas dependerán de la cantidad de fibra a lavar y se siguen los siguientes pasos (ver imagen 113):

- 1) Se realiza una separación al pelo donde se quitan elementos ajenos
- 2) Se coloca el pelo en un contenedor donde se vierte el agua caliente
- 3) Se vierte el detergente con la jeringa y se revuelve todo entre 5 a 10 minutos
- 4) Se monta el canasto sobre el contenedor para agua residual y encima se posiciona la polera
- 5) Se encapsula el pelo al interior de la polera (o tela) y se deja escurriendo el agua retenida por 1 a 2 horas
- 6) Se realiza un segundo lavado, dejando escurrir agua fría desde una entrada de la polera por no más de 1 minuto.
- 7) Se deja secando por al menos 24 horas.

El agua residual se puede verter sobre la tierra y, dependiendo de las condiciones ambientales, el proceso de secado puede realizarse al exterior. En el caso de realizarse en el exterior, se recomienda hacerse a la sombra.



A. Elementos encapsulados en aglomeraciones de pelo



B. Recolección de detergente



C. Primer lavado



D. Montaje para captar agua residual



E. Segundo lavado.



F. Secado al aire libre

Imagen 113: Secuencia del proceso de limpieza propuesta, en orden alfabético

En las imágenes 114 y 115 se muestran probetas desarrolladas con pelo inicialmente sucio y sin el protocolo de limpieza que considera el uso de detergente biodegradable. En ambos casos las mezclas no aglomeran correctamente. La probeta de la imagen 114 no presenta cohesión entre las fibras del pelo humano y la mezcla líquida, mientras que la probeta de la imagen 115 presenta un número elevado de fracturas o aperturas. Estas probetas evidencian el impacto que presentan desarrollar el material sin un protocolo de limpieza profundo.



Imagen 114: Probeta de pelo inicialmente sucio sin pulverizar.



Imagen 115: Probeta de pelo pulverizado inicialmente sucio.

A partir de las propuestas para el pulverizado del residuo (tarea A11c):

Se reemplaza la tijera convencional por una tijera dentada para cabello Razorline, modelo R104M 5.5 de diseño ergonómico (ver Imagen 116). El uso de la tijera permite al autor un corte más preciso y con mayor alcance en cantidad de pelo a cortar. Si bien el diseño es ergonómico, el tamaño de los anillos u ojos son más pequeños a los dedos del autor, por lo que la sensación de incomodidad o molestia perdura en relación con la tijera anterior.



Imagen 116: Tijera dentada para cabello.

A partir de las propuestas para la guarda del residuo (tarea A11d):

El pelo pulverizado se almacena en fuentes de vidrio cilíndrico que permite un fácil acceso al contenido (ver imagen 117). En el caso del pelo dimensionado, este almacena en frascos de plásticos o vidrio transparentes, de menor tamaño.



Imagen 117: Contenedor de pelo pulverizado.

Tarea A23: Evaluar propuestas de mejoramiento relacionadas al material

A partir de las propuestas para la cocción (tarea A12a):

Se incorpora el uso de una rejilla con soportes para disminuir el tiempo de mezcla entre el pelo pulverizado y la parte líquida. Para esto, la parte líquida debe mezclarse en otro recipiente y luego integrarse a olla donde se encuentra el pelo pulverizado junto a la rejilla. Esta rejilla permite aplastar el pelo pulverizado de manera que este no sube con la mezcla líquida (ver imagen 118 y 119). Por otra parte, los soportes permiten manipular la rejilla de manera que se utiliza para mover el pelo pulverizado en la mezcla líquida (ver imagen 120). Para esto, la parte líquida debe mezclarse en otro contenedor. El uso de la rejilla disminuye el tiempo humectación completa del pelo pulverizado de 5 a 2 minutos, 2 minutos como tiempo máximo en humectar un alto volumen de pelo pulverizado.



Imagen 118: Rejilla con soportes.



Imagen 119: Rejilla con soporte sobre pelo.



Imagen 120: Manipulación de rejilla

En el caso de las aglomeraciones de pelo pulverizado, se utiliza una batidora marca Recco, modelo RBA-860, y ganchos para mezclar (forma de espiral) (ver imagen 121). Los ganchos de mezclar golpean las aglomeraciones dispersándolas en un rango de tiempo de 2 a 3 minutos (ver imagen 122).



Imagen 121: Batidora.



Imagen 122: Aglomeración de pelo pulverizado.

A partir de las propuestas para la probeta (tarea A12b):

Los resultados evaluados de las propuestas tienen relación entre ellas, esto es, el mejoramiento de la configuración del material sobre un molde o superficie está relacionado tanto a la variación de la proporción de los ingredientes, la superficie donde se configura y las condiciones del espacio destinado a la deshidratación de las probetas.

Como primera aproximación, se utilizan superficies de diferentes materialidades donde se configura la mezcla, esto con el fin de observar la manera en el material y características de la superficie (rugosa, lisa) incide en la probeta. A continuación, se muestran los resultados de la probeta configurada sobre vidrio rugoso (A), vidrio liso (B), lona lisa (C), MDF lacado rugoso (D).



Imagen 123: Superficies A, B, C y D respectivamente.



Imagen 124: Probetas deshidratadas en superficies A, B, C y D.



Imagen 125: Probeta de vidrio rugoso (A), vidrio liso (B), superficie de lona (C) y superficie de MDF (D)

Las probetas A, B, C y D presentan fracturas y pequeñas marcas blancas que tienen relación con la aglomeración del pelo pulverizado. Cabe destacar que estas probetas fueron desarrolladas antes de implementar los cambios del mejoramiento relacionado al residuo, con el fin de comparar cada tarea con su estadio previo. La deshidratación también está sujeta al estadio previo. Si bien no se percibe una mejora «visual» de una materialidad a otra, las superficies lisas presentan mayor facilidad para desmoldar una probeta frente a las superficies rugosas. En las siguientes imágenes se muestra una comparación entre las caras de las probetas A y D que estuvieron en contacto con vidrio rugoso y MDF rugoso, y la cara de una probeta configurada sobre PEAD:



Imagen 141: Cara en contacto con PEAD



Imagen 142: Cara en contacto con vidrio rugoso



Imagen 143: Cara en contacto con MDF rugoso

La segunda aproximación se relaciona a la receta y se evaluaron diferentes proporciones con el fin de: uno, mejorar la fluidez de la mezcla; dos, disminuir o eliminar la presencia de cicatrices en el material.

Se consideraron dos hipótesis en la evaluación:

- I La presencia de cicatrices se relaciona a la falta de material de refuerzo (pelo pulverizado) en la mezcla.
- II Para que la mezcla tenga mayor fluidez, la parte líquida de la receta debe aumentar la relación entre el agua y el resto de los ingredientes (maicena, vinagre y glicerina)

I. Se duplica la cantidad de pelo pulverizado, esto es, la concentración de residuo alcanza el 6% de la mezcla total. Esto con el fin de observar cómo incide en la probeta. Luego se disminuye la cantidad de residuo para comparar los resultados.



Imagen 144: Gráficos y resultados en relación al aumento del residuo al 6%, 5% y 4% en relación con el total de la mezcla.

II. Se reduce a la mitad la cantidad de maicena, vinagre y glicerina, esto es, la concentración alcanza un 8%, 4% y 4% respectivamente en relación con la mezcla total. Esto con el fin de observar cómo incide en la probeta. Luego se va aumentando, diferentes variaciones, la cantidad de maicena, vinagre y glicerina para comparar los resultados.

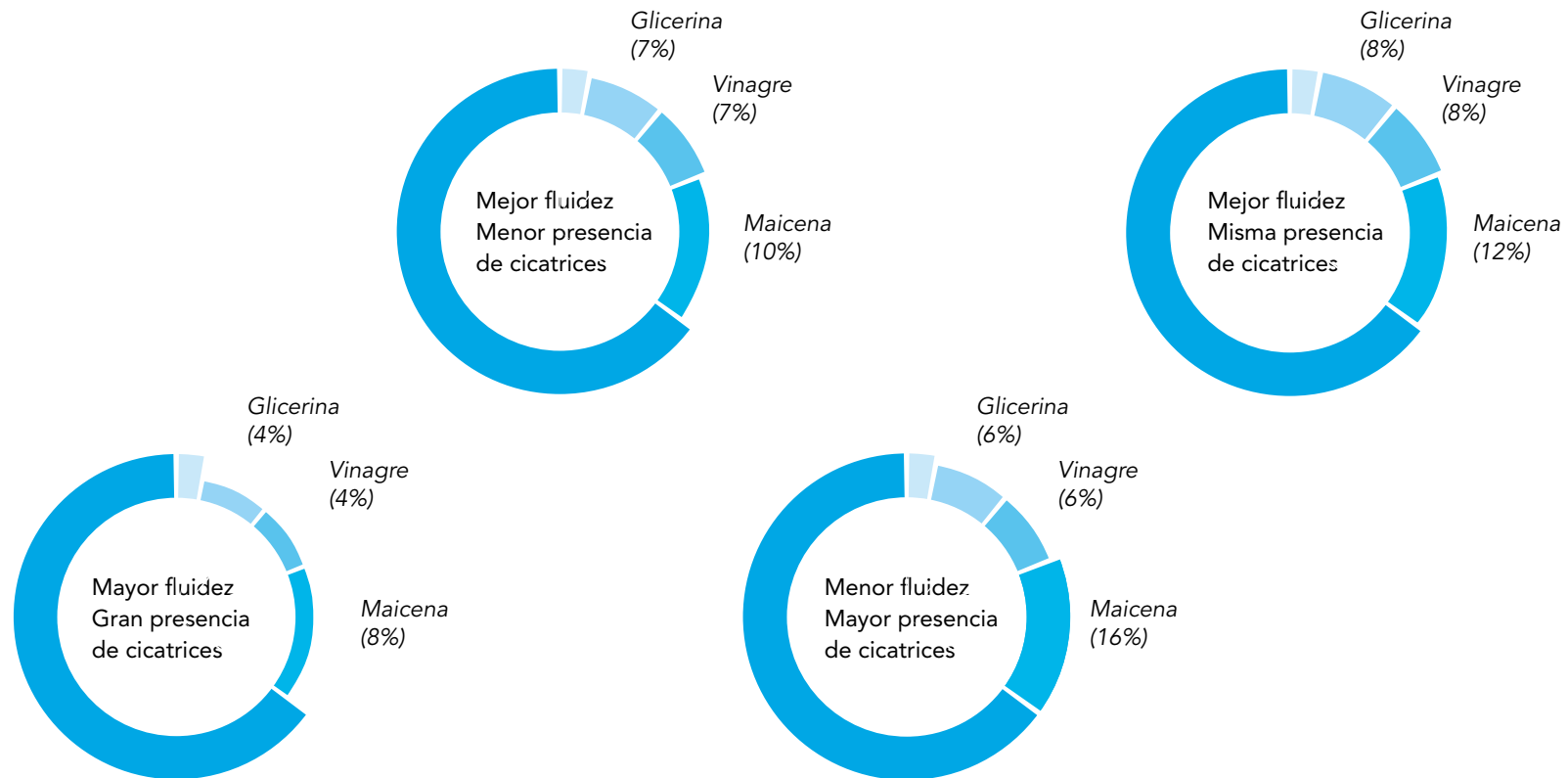


Imagen 145: Gráficos y resultados en relación a la disminución de maicena, vinagre y glicerina en relación con el total de la mezcla.

La hipótesis I no se cumple, por lo que se mantiene la cantidad de residuo en la mezcla.

La hipótesis II se verifica, por lo que se decide disminuir la cantidad de maicena, vinagre y glicerina, resultando en un mayor porcentaje de agua en la mezcla. Además, se observa que las probetas son más fáciles de configurar, y presentan menos cicatrices, cuando se reduce la diferencia entre la maicena y el vinagre con la glicerina disminuye. Esto es, la concentración de estos ingredientes en relación con el total de la mezcla cambia de 16%, 8% y 8% a 10%, 7% y 7% respectivamente. Receta con código PhGIMzV3_3.

Para la tercera aproximación se construye una deshidratadora que admite formatos de hasta 700 x 700 mm y permite varias probetas simultáneas. Se utiliza un carro para cocinar pan, madera MDF, mantas térmicas aluminizadas, bandejas metálicas, un calefactor cerámico marca NEX (modelo HFH6521) y un temporizador marca Completel (modelo T-100). En las siguientes imágenes se muestran elementos relevantes del espacio de deshidratación implementado.



Imagen 146: Construcción de deshidratadora



Imagen 147: Exterior de deshidratadora



Imagen 148: Interior de deshidratadora

La deshidratadora permite dos niveles de temperaturas y dos modalidades de comportamiento: constante y oscilante. Estos comportamientos están determinados por la configuración entre el nivel de temperatura y la selección del nivel del termostato. El espacio que provee la deshidratadora protege a las probetas de elementos externos que puedan contarminar las probetas.

La implementación de este aparato resulta en probetas con superficies de baja presencia de cicatrices y, en ciertos casos, sin cicatrices. Estos resultados se obtienen con un nivel 1 de temperatura y termostato nivel 3+, configuración que permite un flujo de temperatura constante (bajo nivel de oscilación térmica).

Se realiza una última aproximación en relación con la superficie y se debe a que el PEAD laminar utilizado se contrae con el calor de la mezcla provocando que las probetas presenten surcos no deseados (ver imagenes 149 y 150). Para esto, se requiere un material con mayor rigidez, menos flexibles. Por lo que se propone el uso de láminas de teflón que, además de ser resistente al calor, es un textil tejido flexibles que permite a las mezclas respirar desde su cara en contacto con el teflón, mejorando el proceso de secado.



Imagen 149: Surcos formados por contracción de PEAD.



Imagen 150: Surcos presentes en probeta configurada con PEAD.

Finalmente, se desarrollan probetas evaluando todas las propuestas anteriormente mencionadas. A continuación se muestran los procesos implementados y uno de sus resultados.



Imagen 151: Mezcla lista para configuración sobre teflón



Imagen 152: Mezcla vertida sobre molde



Imagen 153: Probeta configurada sobre molde de teflón de 400 x 600 mm



Imagen 154: Molde ingresando a la deshidratadora



Imagen 155: Probeta deshidratada

Tarea A24: Establecer nuevo flujo de trabajo conforme a las propuestas

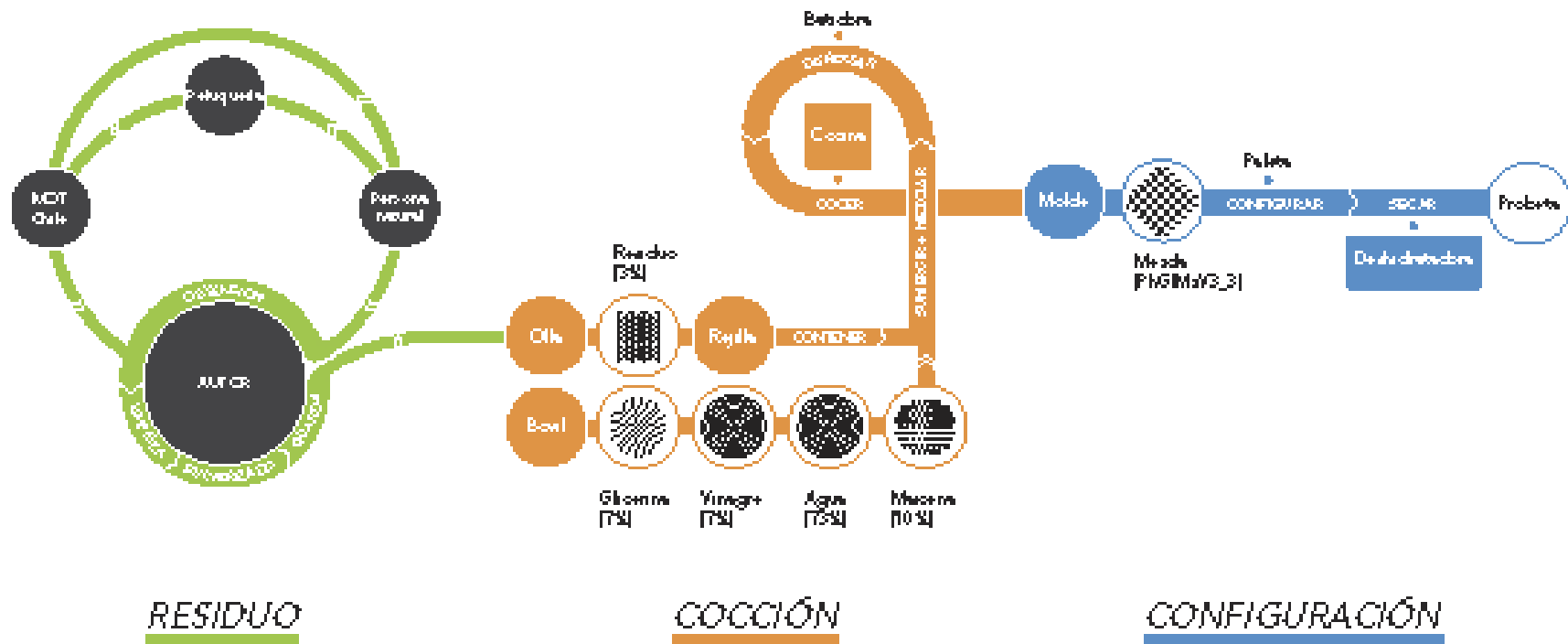


Imagen 156: Flujo de trabajo de la logística productiva del material homobasado



Imagen 157: Material expulsando agua retenida
Por: Álvaro Asalgado G.

RESULTADOS
ETAPA
B

**CARACTERIZACIÓN
TÉCNICA Y PERCEPTUAL
DEL MATERIAL**

ACTIVIDAD B1

Evaluación de propiedades físicas y mecánicas del material

En esta actividad se añade el uso de aceite de linaza y cera de soya como elementos que otorguen una capa protectora para el material siguiendo la lógica de la función im-permeabilizante y protectora que cumple sobre la madera (Arminger et al., 2020; Chen et al., 2020). A partir de las mismas consideraciones, durante el proceso de aplicación se explora el uso de aceite de oliva. Sin embargo, este se descarta de las evaluaciones de-bido a que el aceite de oliva, a diferencia del aceite de linaza, no se oxida en presencia del aire, razón por la cual mantiene su estado oleoso durante todo el proceso (Juita et al., 2012). En las siguientes imágenes se presenta el proceso de aplicación de los aceites y la mezcla de aceites con cera de soya, para posteriormente evaluar las probetas resultantes.



Imagen 158: Dos formatos de 230 x 340 mm. Aceite de linaza y aceite de oliva.



Imagen 159: Aplicación con pincel de aceite de linaza.



Imagen 160: Mezcla de aceite de oliva con cera de soya y aceite de linaza con cera de soya.



Imagen 161: Huaípe para aplicar la mezcla sobre el material



Imagen 162: Formatos post aplicación de mezclas.

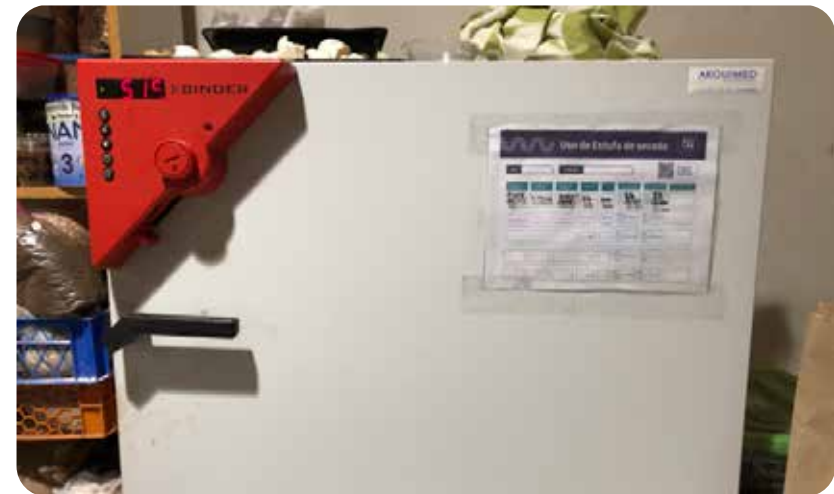


Imagen 163: Deshidratadora utilizada para proceso de secado a 80 celsius por 24 horas en el BioLab FAU.

Tarea B11: Calcular densidad

Los resultados se muestran en la tabla 11

Tabla 11: Densidad de variaciones del material

Variación	Grosor [mm]	Densidad [kg/m ³]
PhGIMzV3_3	0,97	1.185,1
PhGIMzV3_3-LIN	1,01	1,179.8
PhGIMzV3_3-SOY	1,15	1,281.9

Tarea B12: Ensayar propiedades físicas - Absorción y Expulsión de agua

Los resultados se muestran en la tabla 12

Tabla 12: (0) Masa inicial. (1) Masa +8h inmersión en agua. (2) Masa +16h a temperatura ambiente (posterior a masa 1)

Variación	Masa 0 [g]	Masa 1 [g]	Masa 2 [g]
PhGIMzV3_3	2,884	3,335	1,860
PhGIMzV3_3-LIN	2,982	3,616	1,995
PhGIMzV3_3-SOY	3,672	4,445	2,516

Tabla 13: Porcentaje de absorción y expulsión del material

Variación	Absorción [%]	Expulsión [%]
PhGIMzV3_3	16	330
PhGIMzV3_3-LIN	21	260
PhGIMzV3_3-SOY	21	250

Luego de 8 horas de inmersión en agua destilada el material original incrementa su peso en un 16%, mientras que la variación con aceite de linaza y la variación con cera de soya incrementan su peso en un 21%, reteniendo un 5% más de agua que el material original. Posterior a las 8 horas de inmersión, se dejan 16 horas a temperatura ambiente, donde las variaciones expulsan entre un 70-80% menos de agua que el material original. En relación con su morfología, todas las probetas comienzan a deformarse luego de quitarlas del medio acuoso, volviéndose más rígidas y complejizando su forma (ver imagen 164 y 165).

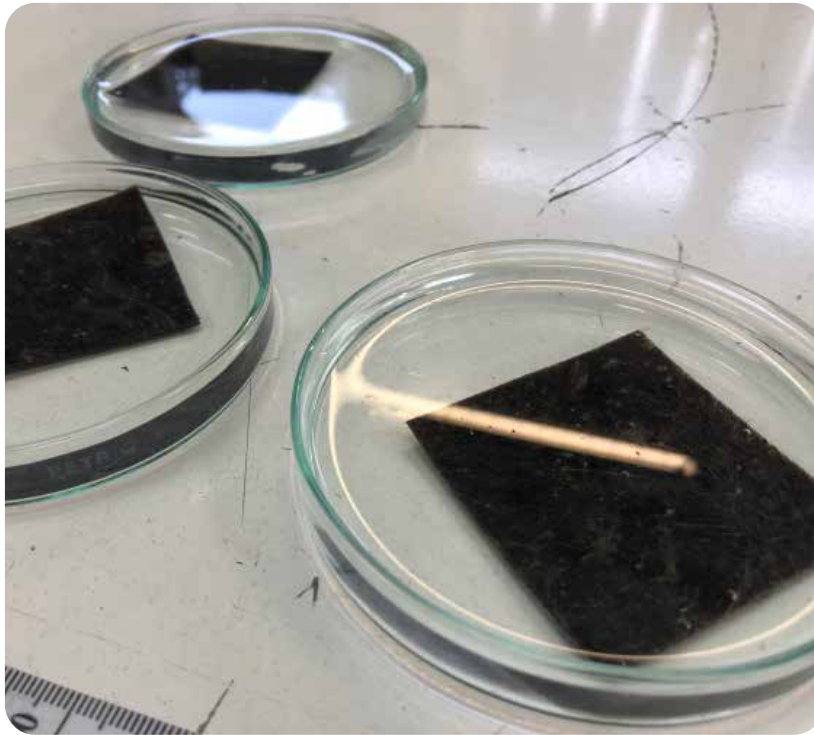


Imagen 164: Probetas inmersas en agua destilada



Imagen 165: Probetas tras 16 horas de quitarlas del medio acuoso

Tarea B13: Ensayas propiedades mecánicas - Resistencia a la flexión, solidez del color frente al frote circular y a la abrasión de Taber

Resistencia a la flexión

Los resultados de las probetas sometidas al ensayo se muestran en las siguientes imágenes:



Imagen 166: Variación que incluye cera de soya



Imagen 167: Variación original



Imagen 168: Variación solo con aceite de linaza



Imagen 169: De izquierda a derecha: variación solo aceite de linaza, variación original, variación que incluye cera de soya.

Solidez del color al frote circular

Los resultados de las probetas sometidas al ensayo se muestran en las siguientes imágenes:

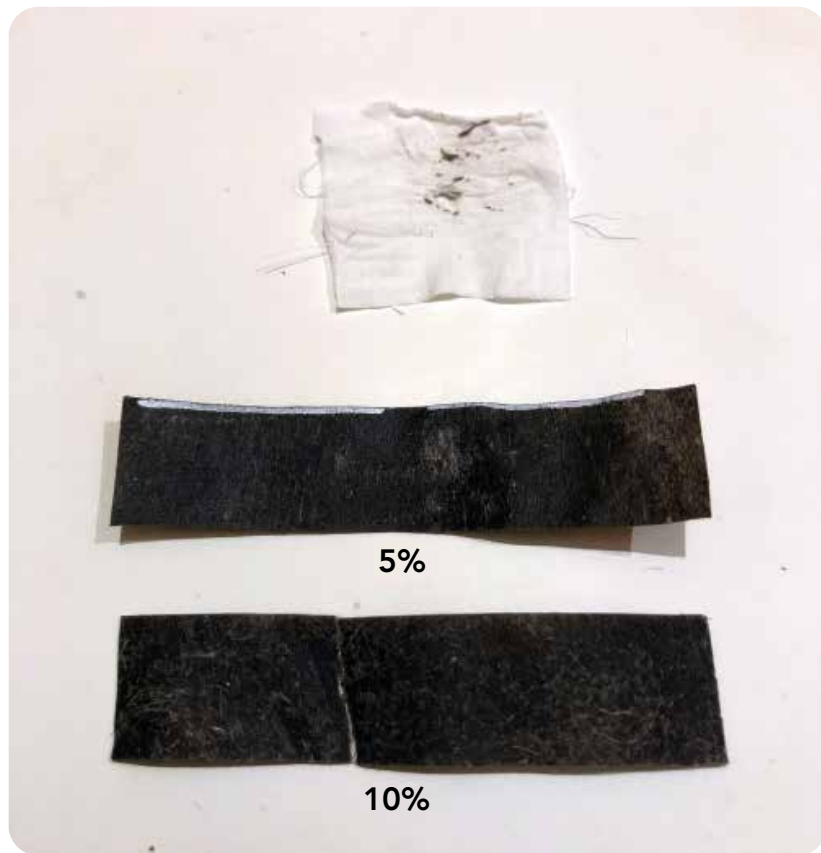


Imagen 170: Probetas de variación original al 5%, al 10% y tela testigo. Ensayo en seco

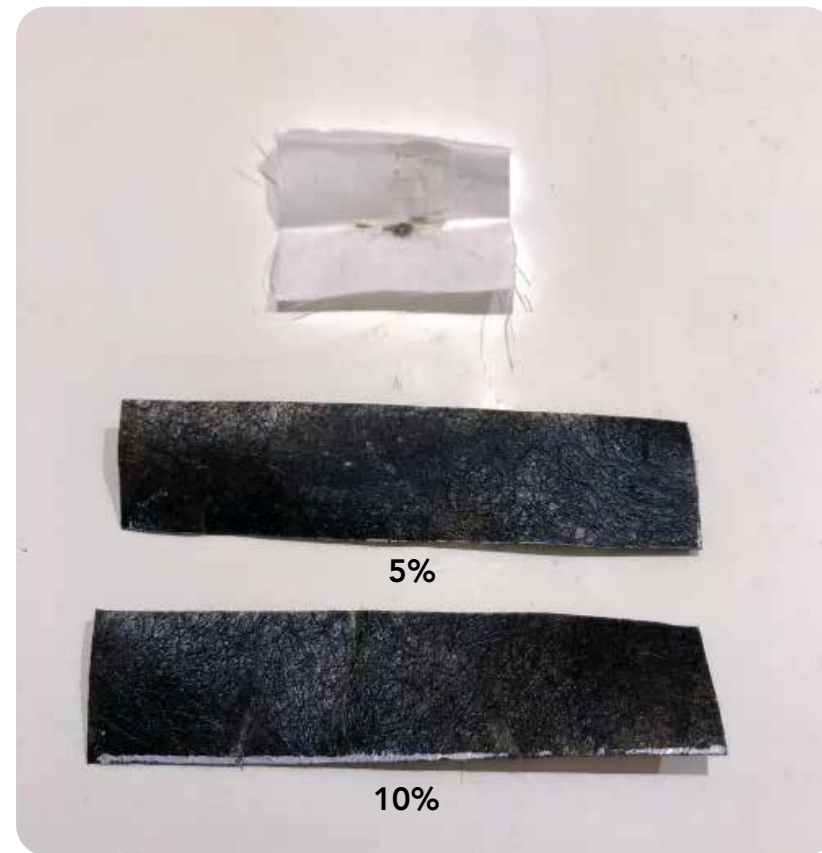


Imagen 171: Probetas con aceite de linaza al 5%, al 10% y tela testigo. Ensayo en seco

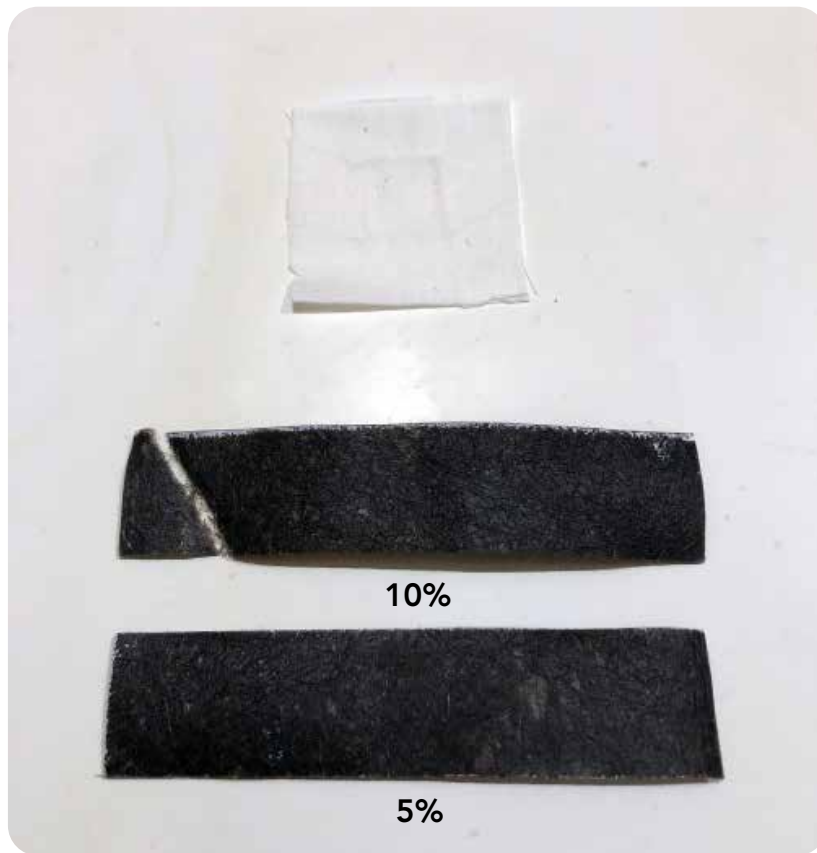


Imagen 172: Probetas que incluyen cera de soya al 5%, al 10% y tela testigo. Ensayo en seco

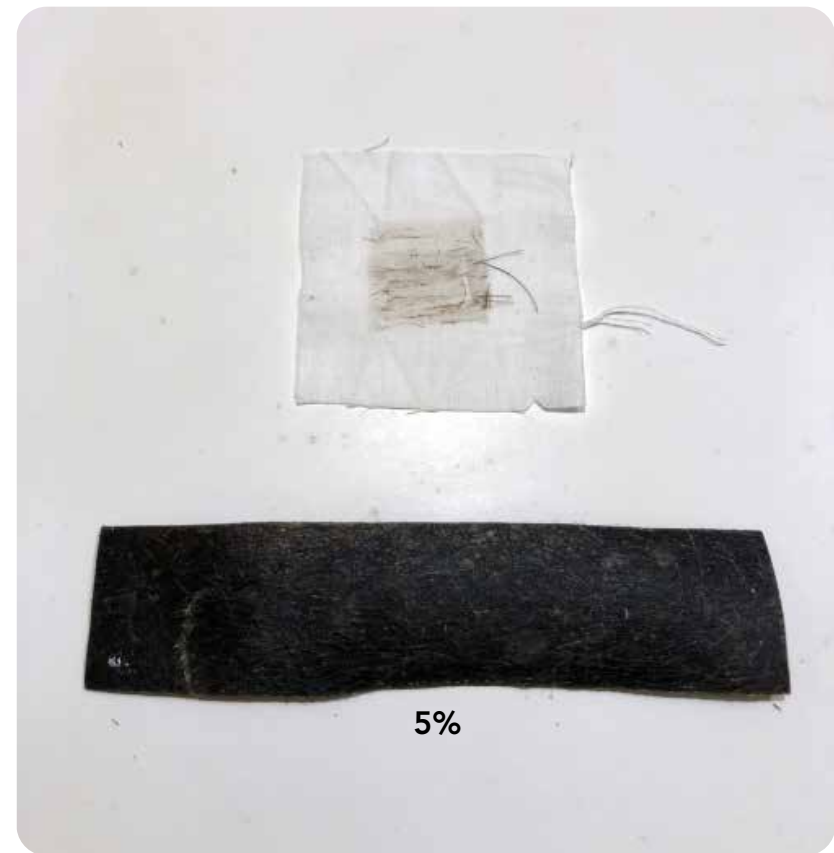


Imagen 173: Probeta que incluye cera de soya al 5% y tela testigo. Ensayo en humedo

Resistencia a la abrasión de Taber

Los resultados de las probetas sometidas al ensayo se muestran en las siguientes imágenes:



Imagen 174: Ensayo de resistencia a la abrasión de Taber en progreso



Imagen 175: Residuo producto del desbaste del material homobasado



Imagen 176: Probeta de abrasión de la variación original



Imagen 177: Probeta de abrasión con aceite de linaza

Tarea B14: Analizar propiedades mecánicas

Resistencia a la flexión

Bajo la normativa chilena para cueros, se espera que el material resista 100.000 ciclos sin presentar ninguna perturbación en su estructura o apariencia, sin embargo, las probetas presentan los desgastes mencionados solo con 150 ciclos. Las 3 variaciones presentan roturas, principalmente en dos puntos: en los bordes cercanos a las tenazas que sujetan la probeta y en los puntos críticos de los pliegues centrales. Todas las probetas presentan exposición de las fibras de pelo en la zona de los pliegues. El material presenta muy baja resistencia a la flexión.

Solidez del color al frote circular

Todas las probetas se rompen antes de alcanzar el 10% de elongación requerido para iniciar el ensayo. Debido a anterior, el equipo de LICTEX propone ensayar con un nivel de elongación del 5%, lo que permite analizar el desgaste de las probetas frente a un frote de baja intensidad.

Las probetas de la variación original junto a las probetas recubiertas con aceite de linaza presentan problemas con el testigo, donde estos presentan acumulaciones del residuo del material y rotura en la zona de contacto con la esquina del soporte. A diferencia de estas variaciones, las probetas recubiertas con la mezcla de aceite de linaza y cera de soya presentan un testigo intacto, sin residuos del material y sin rotura. A partir de la prueba satisfactoria con esta variación, se continua el ensayo con la probeta húmeda donde el testigo queda intacto pero presenta pelo y leves residuos del material.



Imagen 178: Probeta de abrasión que contiene cera de soya

El equipo de LICTEX indica que los cueros o materiales sintéticos pierden su color, presentando un testigo que indica un nivel de solidez al color bajo 4. La variación del material recubierto con la mezcla de aceite de linaza y cera de soya cumple con las características de un cuero natural, presentando un testigo limpio que indica un nivel de solidez al color de 5 (ver imagen 179).

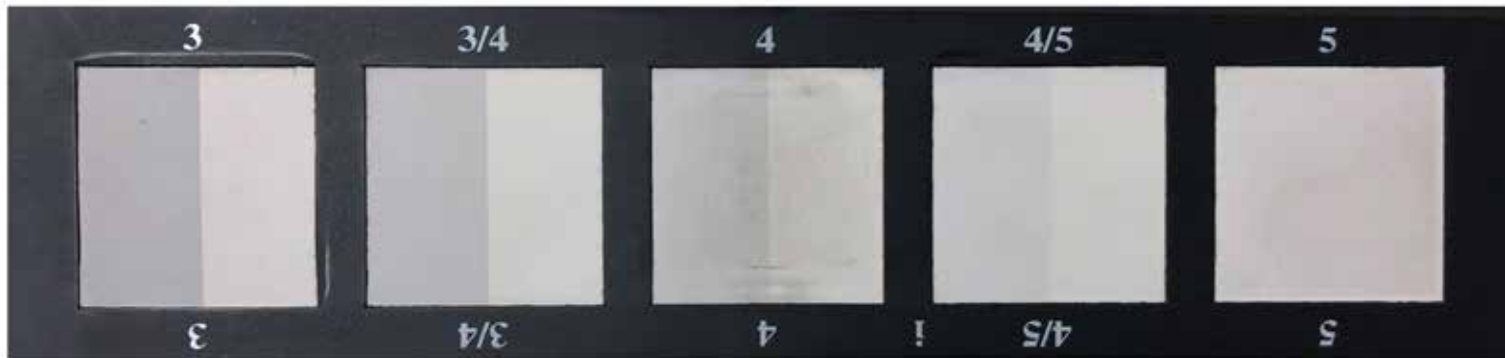


Imagen 179: Evaluación del rastro dejado en el testigo por el material homobasado

Resistencia a la abrasión de Taber

La probeta de la variación original junto a la probeta recubierta con aceite de linaza presentan agujeros en la zona de desbaste, siendo la variación original la que presenta mayor presencia de agujeros. A diferencia de las anteriores, la variación con aceite de linaza y cera de soya no presenta agujeros.

El equipo de LICTEX indica que el cuero natural que cumple con las normativas chilenas no presenta agujeros y su nivel de desbaste es muy bajo. A pesar de que el material homobasado recubierto con la mezcla de aceite y linaza presenta un nivel de desbaste mucho mayor a lo que se espera de un cuero natural, se indica que posee una alta resistencia a la abrasión.

Resistencia a la tracción*

Debido a que estos ensayos se realizaron según disponibilidad de equipos, el ensayo de resistencia a la tracción se dejaría para al final. Esto cambia en el transcurso de los ensayos bajo las consideraciones del equipo de LICTEX quienes indican: debido a que todas las variaciones del material no resisten la elongación mínima necesaria para llevar a cabo el ensayo de solidez al color al frote circular, se evidencia que su resistencia a la tracción es demasiado baja para someterla al ensayo que evalúa la resistencia a la tracción.

ACTIVIDAD B2

Evaluación de trabajabilidad

Tarea B21: Evaluar corte, perforación y costura

Corte

El material requiere de poca exigencia para cortar tanto con tijera como con cuchillo cartonero y la sensación de corte es similar a cortar cartón corrugado. Al ser un material que contiene pelo distribuido en su volumen, se pueden sentir las fibras al cortar. El material permite cortes rectos y cortes orgánicos, y en ambos el corte es prolijo y no desprende residuos (ver imágenes 180 y 181).



Imagen 181: Cortes rectos y curvos con cuchillo cartonero y tijera



Imagen 182: Acercamiento a corte con cuchillo cartonero

Perforación

Se utiliza un alicate para ojetillos para perforar el material y luego se instalan ojetillos como segundo proceso. El proceso de perforación requiere de un bajo esfuerzo y el alicate perfora completamente el material y en ciertos casos no logra desprenderse debido a que una de las fibras de pelo queda intacta (ver imagen 183). En estos casos, esto se resuelve manteniendo la fuerza aplicada y girando la herramienta al menos 45° (grados). El proceso de instalación del ojetillo ocurre sin inconveniente (ver imagen 184).



Imagen 183: Perforaciones normales e incompletas



Imagen 184: Ojetillo instalado

Costura: punzón, aguja e hilo

El punzón utilizado es artesanal y requiere de un martillo para romper superficialmente el material. El uso del punzón tiene como fin facilitar la costura del material, dejando pequeñas marcas para generar el patrón de costura y para el ingreso de la aguja con el hilo. El material presenta una gran compatibilidad con el proceso de punzonado y costura manual mediante aguja e hilo. A continuación, se muestran el proceso de unión de dos muestras del material homobasado.

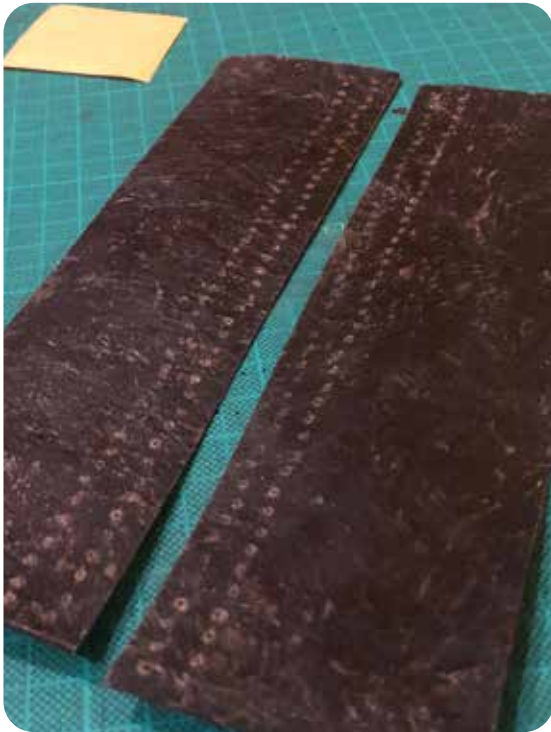


Imagen 185: Patrón de costura marcado



Imagen 186: Una línea de costura terminada



Imagen 187: Líneas de costuras terminadas.

Costura: máquina de coser

Se configura la máquina para abordar un material grueso, tensión 1 (baja tensión), ancho 5 (mayor ancho) y largo 4 (mayor largo). Esta configuración permite generar puntadas y patrones que mantienen la integridad del material. Se genera una unión fuerte y permite puntadas rectas y en zig zag sin problemas. A continuación, se muestra parte de la exploración con la máquina de coser:



Imagen 188: Inicio del proceso de costura



Imagen 189: Exploración de costura sobre dos capas de material



Imagen 190: Acercamiento a costuras.



Imagen 191: Piezas para coser un objeto de mano tipo monedero



Imagen 192: Cartera de mano o monedero unido en su base



Imagen 193: Cartera de mano abierto, con detalles finales.



Imagen 194: Cartera de mano cerrada, con detalles finales.

Tarea B22: Evaluar CNC - Corte y grabado láser

Corte láser

En relación con figuras simples, el corte láser demora más que un corte de cuchillo cartonero y se obtienen los mismos resultados. En cambio, el cuchillo cartonero no puede compararse con el corte láser en relación a figuras compleja debido a su precisión. A continuación, se presenta proceso de corte y resultado:



Imagen 195: Proceso de corte láser



Imagen 196: Rectángulo resultante del corte láser

Grabado láser

Para las figuras se utiliza una potencia de 50% y una velocidad de 400 mm/min. Para el texto se utiliza una potencia de 20% y una velocidad de 1600 mm/min. A continuación, se muestran el resultado:



Imagen 197: Resultado grabado láser



Imagen 198: Resultado de grabado láser a contraluz

ACTIVIDAD B3

Evaluación de comportamiento ante exposición a agentes ambientales

Tarea B31: Evaluar agentes ambientales - Degradación, luz UV y humedad ambiental

Degradación

En las siguientes imágenes se presenta el registro fotográfico realizado durante 6 meses. El registro se realiza cada 7 días, pero se presentan los registros más relevantes.

Día 0



Día 7



Día 15



Día 30



Imagen 199: Material sobre tierra húmeda, día 0, día 7, día 15 y día 30

Día 37



Día 45



Día 52



Día 60



Día 37



Día 45



Día 52



Día 60



Imagen 200: Material sobre tierra húmeda días 37, 45, 52 y 60

Día 67



Día 75



Día 82



Día 90



Día 67



Día 75



Día 82



Día 90



Imagen 201: Material sobre tierra húmeda días 67, 75, 82 y 90

Día 120



Día 141



Día 179



Día 190



Día 179



Día 190



Imagen 202: Material sobre tierra húmeda días 120, 141, 179 y 190

Las muestras exhiben por primera vez actividad de microorganismos posterior a los 30 días de estar en contacto con tierra húmeda. La actividad de estos microorganismos incrementa notoriamente entre los días 45 y 52, donde se observa la mayor cantidad de ramificaciones de los hongos.

Entre los días 60 y 67 se observan la presencia de agujeros en la superficie del material y sustancias líquidas de color blanquecino y cremoso. Entre los días 75 y 90, aparecen dos tipos de gusanos: gusanos de un color amarillo anaranjado y forma tubular corrugada; gusanos de un color crema, traslucidos y de forma tubular, corrugada al contraerse y lisa al extenderse.

Posterior a los 90 días, la presencia de microorganismo cae considerablemente hasta el día 190, donde se forma un hongo conformado de muchas esferas blancas semitransparentes. Durante este último período de baja presencia de microorganismos, se observa que el día 179 hay vida vegetal creciendo desde el material. Junto a esto se observa que el grosor de las muestras se ha reducido al menos un 50% y las fibras de pelo humano se encuentran más expuestas (ver imagen 203).

Considerando la gran presencia de diferentes microorganismos que surgen a partir del contacto entre el material y suelo húmedo en un tiempo menor a 90 días, junto a la disminución del grosor del material, se infiere que los ingredientes que acompañan al pelo humano podrían disminuir el tiempo de degradación de este último.

Día 7



Día 141



Imagen 203: Diferencia de grosor entre día 7 y 141

Luz UV

La evaluación contempla la lectura de la luz UV por sobre el material (sensor directo al sol) y por debajo del material. A modo de comparación, se suma la medición de luz UV por debajo de dos tipos de sombreros: trenzado (A) y de tela (B). La lectura se realiza en el sector de Aguila Sur (Paine) durante 15 minutos, cada 1 hora, en dos tipos de días distintos: uno nublado y otro soleado. Para los días soleados se pronosticó índice 11 UV y los días nublados se pronosticó índice 8 UV. Los resultados se muestran en la tabla 14 y donde una lectura de 100 equivale a un índice UV de 1, 200 equivalen a índice UV 2, y así.

Tabla 14: Comparación de lectura UV en día soleado y día nublado

HORA	LECTURA SENSOR UV - DÍA SOLEADO				LECTURA SENSOR UV - DÍA NUBLADO			
	LUZ DIR.	MATERIAL	SOMB. A	SOMBR. B	LUZ DIR	MATERIAL	SOMB. A	SOMBR. B
11:40	696	94	45	52	668	330	215	231
12:40	760	135	86	89	702	348	227	244
13:40	612	94	38	42	598	306	198	215
14:40	586	87	36	39	537	260	169	182

Según los resultados, la lectura del índice UV del sensor dispuesta directamente al sol estaría errónea. Sin embargo, el motivo principal de leer el índice UV bajo 3 resguardos de luz diferente cumple el propósito de comparar la protección que cada uno de estos otorga frente a la luz directa de los rayos solares. Sin considerar el índice UV pronosticado, los resultados indican que el material protege un 30-35% menos que las soluciones disponibles comercialmente. En relación con los valores registrados por los sensores expuestos a la luz directa del sol, el material disminuye en un 50-75% el índice UV.

Humedad ambiental

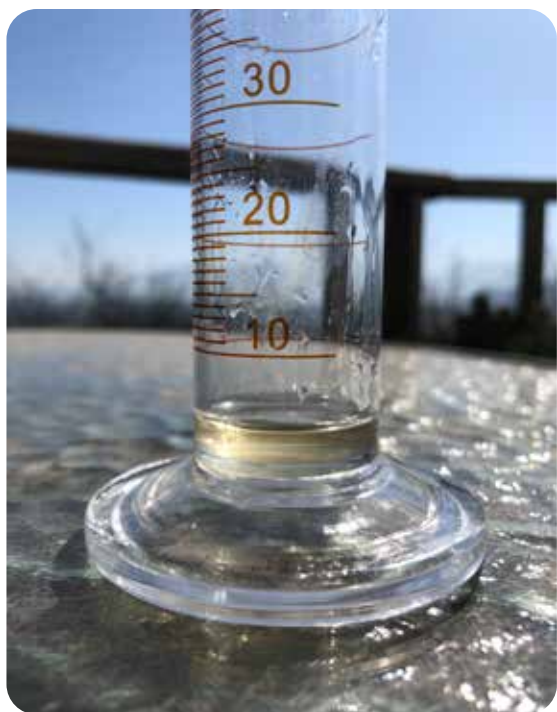
El sector de Aguila Sur en Paine es una zona geográfica donde sus condiciones climáticas hace posible gran presencia de neblina, mayormente durante la noche y la madrugada. El año 2023, la Región Metropolitana presenta altas precipitaciones durante la temporada de otoño e invierno, condiciones que superan los años anteriores y que provoca que el material manifieste un fenómeno llamado sinéresis, propio de gran parte de los hidrocoloides (Panja et al., 2022). Este fenómeno provoca los geles en presencia de una gran cantidad de agua, o en ambientes de alta humedad, expulsan agua en forma de gel a través de su superficie. Este fenómeno se observa durante la temporada de invierno, donde la humedad relativa alcanzó niveles por sobre el 70%, en todas las muestras que el autor mantiene en una habitación sin exposición al exterior (ver imagen 204).



Imagen 204: Fenómeno de sinérisis en muestras de material homobasado

Como consecuencia de lo anterior, se investiga la manera en que las condiciones climáticas del exterior impactan sobre el material. Se mide el nivel de agua que el material puede capturar en comparación con una malla de Raschel, durante un periodo de 1 mes. Los resultados indican que la malla de Raschel requiere de una mayor presencia de humedad en el ambiente para capturar agua. En su lugar, el material recolecta las cantidades de agua mostradas en la tabla 15, donde se indica el día, el agua recolectada, estado del cielo durante la noche (nublado o despejado), y la presencia de neblina durante la noche (no, leve, densa). Las siguientes imágenes muestran el agua recolectada durante el periodo completo.

Día 5



Día 11



Día 13



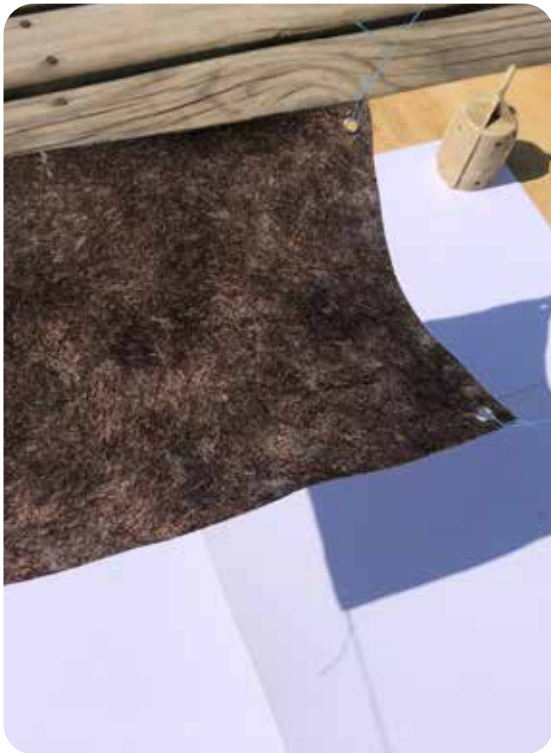
Imagen 205: Agua recolectada el día 5, 11 y 13.

Tabla 15: Agua recolectada por el material en un periodo de 30 días.

DÍA	AGUA [ML]	CIELO	NEBLINA	DÍA	AGUA [ML]	CIELO	NEBLINA
1	0	Despejado	No	16	0	Nublado	Leve
2	0	Nublado	No	17	0	Nublado	Leve
3	0	Nublado	No	18	0	Nublado	No
4	0	Nublado	Leve	19	0	Nublado	No
5	4	Despejado	No	20	0	Despejado	No
6	0	Despejado	No	21	0	Despejado	No
7	0	Nublado	No	22	0	Despejado	No
8	0	Nublado	Leve	23	0	Nublado	Leve
9	0	Nublado	No	24	0	Despejado	No
10	0	Nublado	Leve	25	0	Nublado	No
11	7	Nublado	Leve	26	0	Nublado	No
12	0	Nublado	Densa	27	0	Despejado	No
13	27	Despejado	No	28	0	Despejado	No
14	0	Despejado	No	29	0	Despejado	No
15	0	Despejado	No	30	0	Despejado	No

El material permite recolectar agua en circunstancias menos húmedas que una malla de Raschel. Sin embargo, esta capacidad se pierde luego de 3 instancias de recolección de agua. Luego de cada recolección, el material se vuelve cada vez más rígido, su color pierde saturación y su forma rectangular comienza a distorsionarse a una forma más compleja, ocurriendo el mismo fenómeno observado tras los ensayos de absorción y expulsión de agua. En las siguientes imágenes se presenta la evolución morfológica del material.

Día 6



Día 15



Día 30



Imagen 206: Probeta al día 6, 15 y 30

ACTIVIDAD B4

Identificación de características perceptuales del material

Tarea B41: Evaluar experiencias a través del método MDD

La utilización del método MDD como herramienta de medición de experiencias se aborda desde el escenario en el cual se diseña desde una propuesta material aún en desarrollo, esto es, las propiedades del material aún son desconocidas y su aplicación de uso aún no está establecida.

Esta actividad establece el nivel sensorial, afectivo e interpretativo como los niveles experienciales a estudiar del método MDD, mediante una encuesta presencial realizada a 60 personas en 3 contextos distintos.

El primer ambiente es la Exposición «Diseño y Nuevas Materiales» (2022) organizada por el BioLab FAU de la Universidad de Chile en el contexto de dar a conocer investigaciones académicas en torno a los materiales biobasados.

El segundo ambiente es la Feria Sustentable de la Universidad San Sebastián (2022), donde MOT Chile invita al autor a exponer el material homobasado en un contexto de emprendimiento y para promover el uso del residuo pelo humano como materia prima.

El tercer ambiente es la vía pública y corresponde a las calles de las comunas de Providencia, Santiago y Ñuñoa en un contexto alejado de lo institucional.



Sensorial

Este nivel responde a la pregunta
¿Cómo se describe el material?
Los resultados son los siguientes:

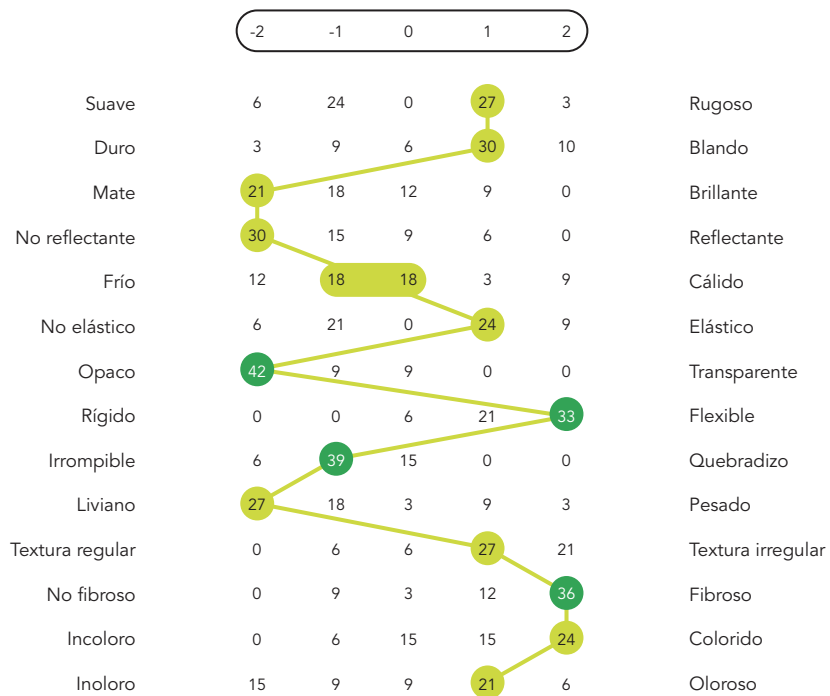


Imagen 207: Resultados del nivel sensorial

Afectivo

Este nivel responde a la pregunta
¿Cuáles emociones provoca el material?
Los resultados son los siguientes:

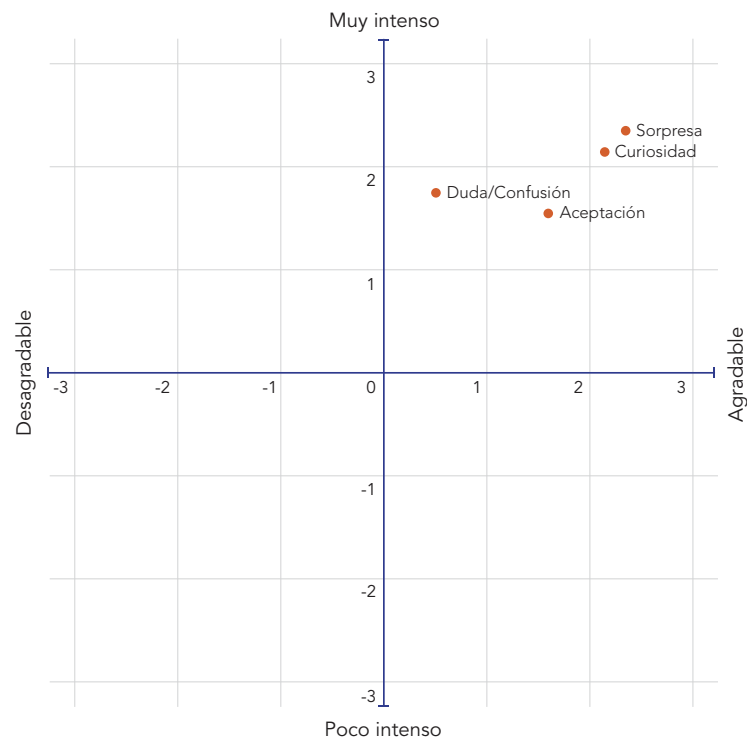


Imagen 208: Resultados del nivel afectivo

Interpretativo

Este nivel responde a la pregunta
¿Qué significado tiene el material?
Los resultados son los siguientes:



Imagen 209: Nube de palabras de los resultados y las imágenes asociadas a estos significados

Reflexión final

¿Cuál es la característica más agradable?

«Su atemporalidad y aparente resistencia»

«Su gomosidad que parece cercano al cuero pero se siente plástico»

«Su color y olor, son distintivos»

«Su textura blanda y flexible»

¿Cuál es la característica más perturbadora?

«La terminación no regular en la textura (fibras)»

«Que se ven pelos que no se de qué son»

«Que parece piel»

«Su textura, se siente que dentro hay pelo. Me recuerda a las bolas de pelo de la ducha»

¿Cuál es la característica más única?

«La duda de saber si es símil cuero»

«Su masticabilidad»

«La translucidez. Los filamentos hacen que la luz pase de una manera que todo se ve fluido»

«El pelo, definitivamente, y de cómo se trabajó sin “moler” o “quemar” la fibra»



En el nivel **Sensorial** se identifican cuatro características que exhiben un nivel de representación sobre el 50%: flexible (55%), fibroso (60%), medianamente irrompible (65%) y opaco (70%). Donde las características de flexible, fibroso e irrompible (o resistente) surgen nuevamente en las reflexiones finales.

En el nivel **Afectivo** se identifican las emociones de Sorpresa, Curiosidad, Duda/Confusión y Aceptación, entre las cuales las emociones más frecuentes son Curiosidad y Duda/Confusión. Emociones con niveles de agradabilidad mediana-alta, al igual que su intensidad.

En el nivel **Interpretativo** se destacan los significados con una representación por sobre el 50%: hecho a mano (65%) y natural (60%). Las imágenes asociadas a estos significados describen lo siguiente:

*«hecho a mano como el trabajo en mimbre»
«natural como la corteza de un árbol»*

En las reflexiones finales se describe una extensión de los distintos niveles experienciales. Donde fibroso se transforma en «se observan fibras (pelo) y me parece único el modo en que se trabajan sin quemar o moler», lo que causa Sorpresa y Curiosidad. Estas reflexiones y experiencias se utilizan como conceptos asociados al material en la etapas de conceptualización



Imagen 210: Sombra del autor proyectada en el material homobiobasado
Por: Álvaro Asalgado G.

**RESULTADOS
ETAPA**

C

**DISEÑO DE UNA
IDENTIDAD PARA
EL MATERIAL**

ACTIVIDAD C1

Conceptualización

Tarea C11: Identificación de elementos y conceptos asociados al material

El desarrollo del material homobasado tiene como uno de los objetivos específicos resignificar el pelo humano como materia prima, razón por la cual la investigación pretende dar énfasis al residuo humano generado por las personas. En la siguiente imagen se muestra un mapa mental que reúne las palabras y conceptos claves que surgen desde la encuesta sobre la percepción del pelo humano en Chile:

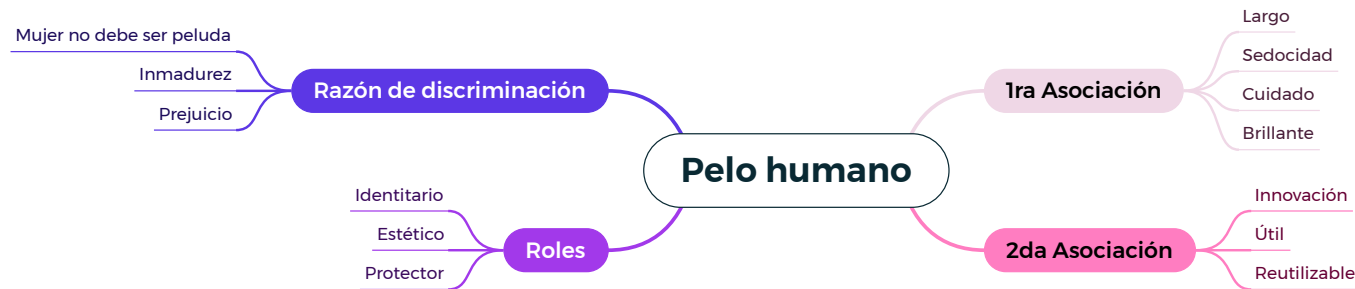


Imagen 211: Elementos y conceptos claves en relación a la percepción de las personas sobre el pelo humano

En la encuesta, las personas mencionan el importante rol identitario que cumple el pelo como individuos. Desde lo sociocultural, el cabello se entiende desde las tradiciones y costumbres, hasta su utilización como elemento para manifestar y como elemento para hacer activismo. En la siguiente imagen se muestra un mapa mental que sintetiza los elementos y conceptos claves que surgen desde la revisión bibliográfica:

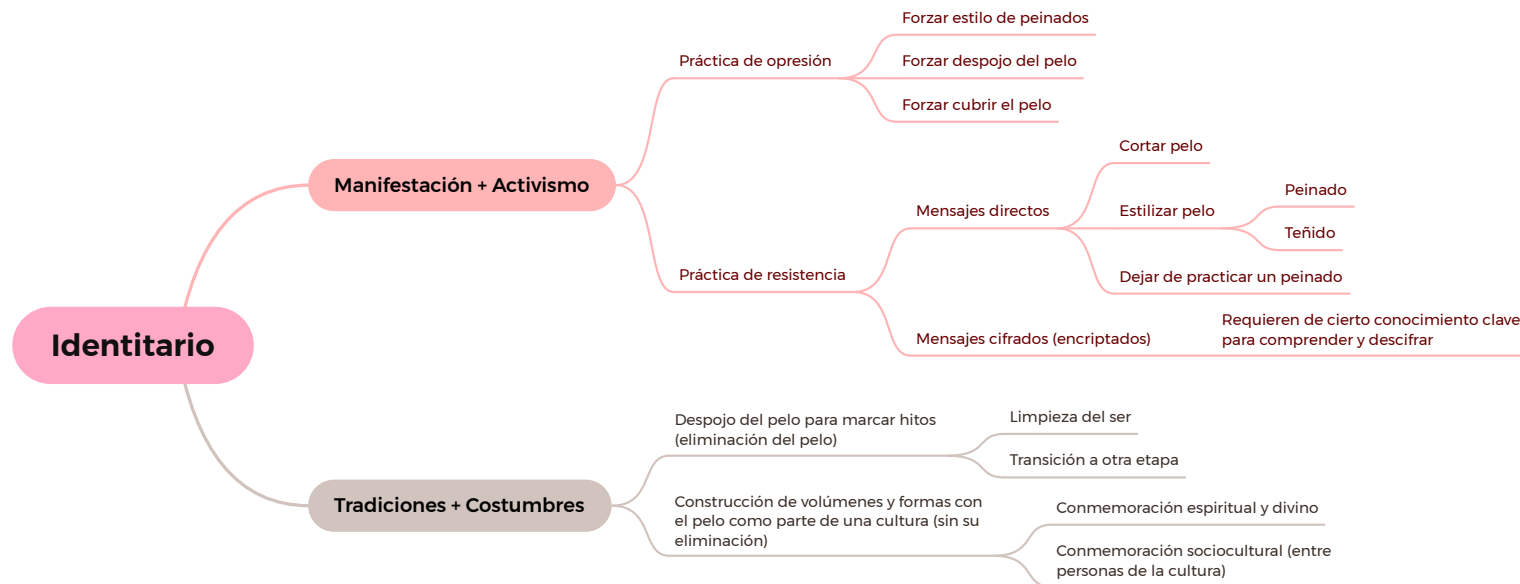


Imagen 212: Elementos y conceptos claves en relación el rol identitario del pelo humano

Tarea C12: Generar mapa conceptual y concepto final

El pelo está conformado por una raíz y un tallo, la parte oculta y la parte visible de un hebra. El pelo expresa la estética de un individuo que solo es distinguible mediante el cuerpo y la manera en la cual se manifiesta. Por otro lado, la cultura presenta una historia y cierto conocimiento ancestral. La esencia de la cultura como un potencial desconocido/oculto en el plano inmaterial.

El cuerpo y lo inmaterial convergen desde el cuerpo como un núcleo y lo inmaterial como una piel sin forma que abraza este núcleo. El material nace desde este diálogo, entre lo físico y lo sociocultural entramándose infinitamente, donde uno no puede existir sin el otro. En la siguiente imagen se sintetiza lo anterior y se muestra un mapa conceptual donde se propone Inmaterialidad Corpórea como concepto final:

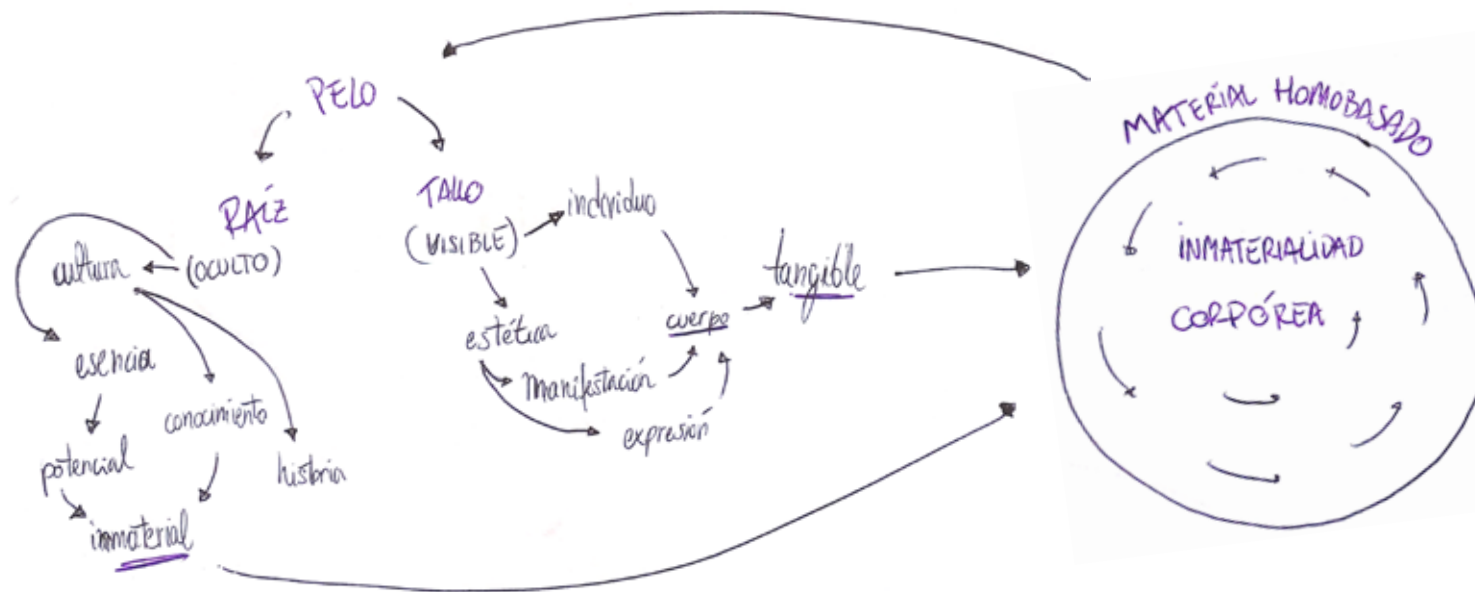


Imagen 213: Mapa conceptual y concepto final

ACTIVIDAD C2

Desarrollo de propuesta formal

Tarea C21: Desarrollar génesis formal del concepto

De la misma forma que las personas encuestadas logran asociar el pelo con otros conceptos luego de evidencias y reflexiones (1ra Asociación a 2da Asociación), esta investigación busca dar un giro al entendimiento del pelo, reinventarlo desde sus orígenes por lo que el material comparte esta noción. Para el nombre de la identidad, se toma esta idea de reinvención, que se traduce en un giro de la palabra CAPILUM, pelo en latín. Giro que surge desde el abordar el pelo desde su estado «sin cuerpo», entiendo este estado como el residuo, que sirve de materia prima en el desarrollo de algo que vuelve a dialogar con las personas, esto es, vuelve al «cuerpo». En la siguiente imagen se sintetiza lo anterior, dando lugar a MÚLIPA como identidad para el material:

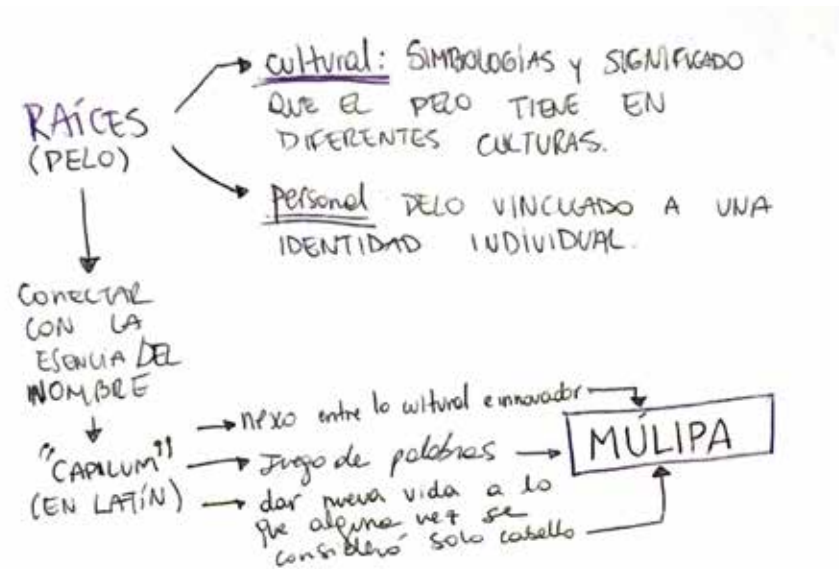


Imagen 214: Mapa conceptual de la identidad del material

Tarea C22: Definir elementos gráficos complementarios

Desde lo anterior, se establece el dialogo entre lo oculto (raíces), lo visible (tangible) y lo posible (ideales). En el caso de MÚLIPA, lo oculto hace referencia a las millones de diversas personas (raíces) que donan su pelo; lo visible hace referencia a la transformación del pelo, donde se vuelve un material (tangible) para formar parte del entorno como un elemento no hostil; lo posible hace referencia al motivo por el cual se desarrolla la investigación, la búsqueda (ideal) por contribuir a la sostenibilidad. En la siguiente imagen se sintetiza la relación entre lo oculto, lo visible y lo posible:

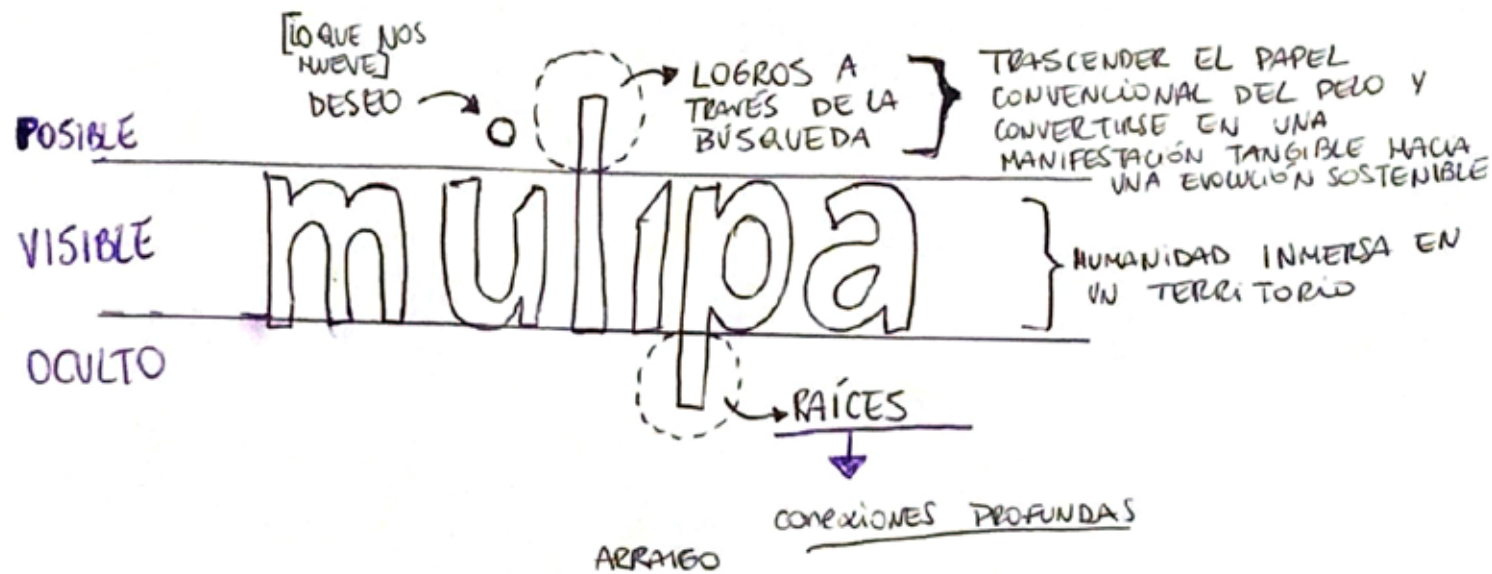


Imagen 215: Definición de los elementos gráficos complementarios, en el nombre de la identidad.



múlpa



múlpa

Imagen 216: Propuesta formal del logo del material, en diferentes configuraciones

FASE TRES

DEL MATERIAL

AL OBJETO



Imagen 217: Múltiples capas de material homobasado
Por: Álvaro Asalgado G.



Imagen 218: Material homobiobasado con cielo de fondo
Por: Álvaro Asalgado G.

METODOLOGÍA

Del Material al Objeto describe, en 3 etapas, el desarrollo de una aplicación de diseño considerando diferentes usos del material. En la primera etapa se identifican los usos potenciales que presenta el material y se decide por una de las opciones tras analizar las ventajas y desventajas descritas en torno a la ficha técnica, descriptiva y perceptual generada en la Fase 2. En la segunda etapa se establecen los atributos de la aplicación de diseño a partir de los requerimientos del arquetipo. Finalmente, en la tercera etapa se desarrolla un prototipo formal de la aplicación de diseño.

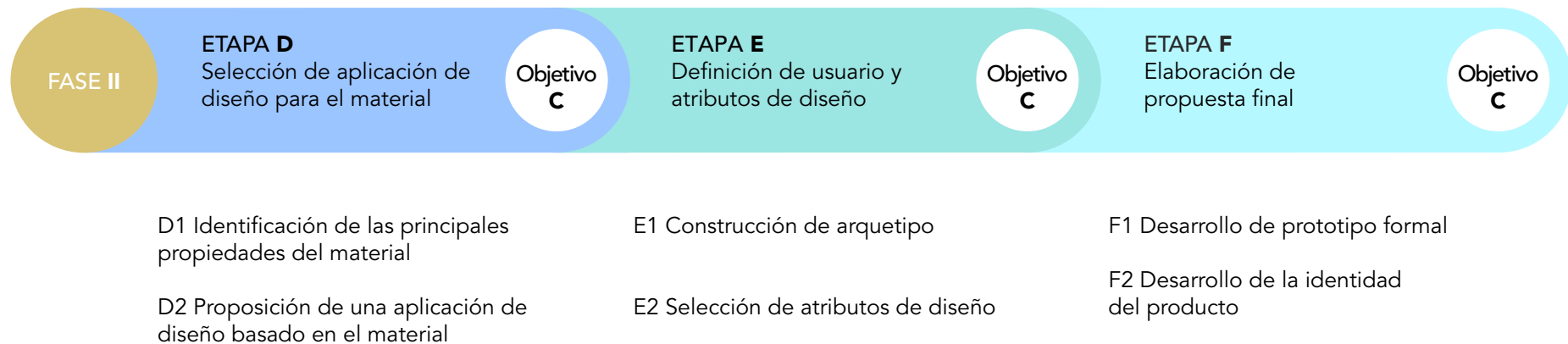


Imagen 219: Esquema metodológico de la Fase 3
Elaboración propia

ETAPA D

SELECCIÓN DE APLICACIÓN DE DISEÑO PARA EL MATERIAL

La etapa D comprende 2 actividades que abordan la selección de una aplicación de diseño basada en las características técnicas y perceptuales del material. En la primera actividad se reconocen las principales propiedades del material a partir de los ensayos físico-mecánicas, su trabajabilidad, su comportamiento frente a agentes ambientales y su evaluación experiencial. En la segunda actividad se propone una aplicación de diseño que considera la percepción del material, donde se identifican los usos posibles para el material para luego compararlos en una matriz según su impacto y factibilidad.

Tabla 16: Etapa D, actividades y tareas. Elaboración propia

ETAPA	ACTIVIDADES	TAREAS
D. Selección de aplicación de diseño para el material	D1. Identificación de las principales propiedades del material	D11. Reconocer propiedades físico-mecánicas
		D12. Reconocer propiedades de trabajabilidad
		D13. Reconocer propiedades frente a factores ambientales
	D2. Proposición de una aplicación de diseño basado en el material	D21. Identificar posibles aplicaciones de uso a partir de las principales propiedades del material
		D22. Seleccionar una aplicación de diseño utilizando una matriz de factibilidad e impacto

ACTIVIDAD D1

Identificación de las principales propiedades del material

Tarea D11: Reconocer propiedades físico-mecánicas

Se identifican las propiedades del material determinadas en los ensayos físicos y mecánicos.

Tarea D12: Reconocer propiedades de trabajabilidad

Se identifican las propiedades del material a partir de su desempeño frente a trabajos de corte, perforación y costura.

Tarea D13: Reconocer propiedades frente a factores ambientales

Se identifican las propiedades del material frente al contacto con tierra húmeda, exposición directa al sol y comportamiento frente a la humedad ambiental.



ACTIVIDAD D2

Proposición una aplicación de diseño basado en el material

Tarea D21: Identificar posibles aplicaciones de uso a partir de las principales propiedades del material

Se identifican y enlistan aplicaciones de uso donde su materialidad posea características similares al textil homobasado.

Tarea D21: Seleccionar una aplicación de diseño utilizando una matriz de factibilidad e impacto

Se analizan las aplicaciones de uso y se escoge una de las posibilidades, considerando la percepción del material y utilizando una matriz de factibilidad e impacto.

Imagen 220: Degradación de material tras 200 días en contacto con tierra húmeda
Por: Álvaro Asalgado G.

ETAPA E

DEFINICIÓN DE USUARIO Y ATRIBUTOS DE DISEÑO

La etapa E comprende 2 actividades dedicadas a la definición del usuario a los atributos de diseño de la aplicación. En la primera actividad se identifica al usuario mediante el análisis de un levantamiento de información sobre adquisición de plantas junto a los resultados de las encuestas anteriormente realizadas (percepción del pelo humano y percepción del material) con el fin de construir el arquetipo de la aplicación. En la segunda actividad identifica los requerimientos de diseño y establece sus atributos del objeto. En la Tabla X se describen las tareas correspondientes a cada actividad.

Tabla 17: Etapa E, actividades y tareas. Elaboración propia

ETAPA	ACTIVIDADES	TAREAS
E. Definición de usuario y atributos de diseño	E1. Construcción de arquetipo	E11. Levantar información de usuario mediante encuesta
		E12. Desarrollar mapa de empatía a partir información levantada
	E2. Selección de atributos de diseño	E22. Determinar requerimientos de diseño
		E22. Determinar atributos de diseño

ACTIVIDAD E1

Construcción de arquetipo

Tarea E11: Levantar información de usuario mediante entrevista

Se realiza una encuesta digital a la población chilena a través de Google Forms sobre adquisición de plantas. La encuesta considera lugares donde las personas obtienen y la forma en que las adquieren. Considera su contenedor/maceta de preferencia, los tipos de plantas que adquieren, ciertas prácticas y los motivos detrás de sus preferencias.

Tarea E12: Desarrollar mapa de empatía a partir de información levantada

Se realiza una encuesta digital a la población chilena a través de Google Forms sobre adquisición de plantas. La encuesta considera lugares donde las obtienen, su contenedor de preferencia, los tipos de plantas que adquieren, y diversos motivos detrás de ciertas preferencias. El mapa de empatía se elaborará considerando los resultados de este levantamiento de información, y en consideración con los resultados de las encuestas de percepción del pelo humano y percepción del material.



ACTIVIDAD E2

Selección de atributos de diseño

Tarea E21: Determinar requerimientos de diseño

Se establecen los requerimientos de diseño a través del análisis de arquetipo construido.

Tarea E22: Determinar atributos de diseño

Se establecen los atributos de la aplicación de diseño a partir de los requerimientos establecidos en la tarea anterior.

ETAPA F

ELABORACIÓN DE PROPUESTA FINAL

La etapa F comprende 2 actividades dedicadas a la elaboración de la propuesta final de diseño mediante el desarrollo la propuesta conceptual y formal de la aplicación. En la primera actividad se identifican los elementos y conceptos asociados a la aplicación de uso con el fin de construir la propuesta formal, donde se realizan bocetos del productos y prototipos rápidos a partir de un proceso iterativo. En la segunda actividad se desarrolla un mapa conceptual a partir de los conceptos generados en la etapa anterior con el fin de construir una identidad de marca para el producto. Las actividades de la etapa F se desarrollan en paralelo. En la Tabla X se describen las tareas correspondientes a cada actividad.

Tabla 18: Etapa F, actividades y tareas. Elaboración propia

ETAPA	ACTIVIDADES	TAREAS
F. Elaboracion de propuesta final	F1. Desarrollo de prototipo formal	F11. Identificar elementos y conceptos asociados al producto
		F12. Realizar prototipos iniciales
		F13. Desarrollar prototipo final
	F2. Desarrollo de la identidad del producto	F21. Generar mapa conceptual y concepto final
		F22. Desarrollar prototipo final Desarrollar propuesta formal de logotipo

ACTIVIDAD F1

Desarrollo de prototipo formal

Tarea F11: Identificar elementos y conceptos asociados al producto

En esta tarea se identifican los elementos clave de los requerimientos del producto y las propiedades del material con el objetivo de generar los conceptos asociados al producto. Este proceso permitirá describir y distinguir el producto de las soluciones que el arquetipo utiliza.

Tarea F12: Realizar prototipos iniciales

Se realizan prototipos rápidos de papel a partir del diseño de packaging estructural, los cuales también se construyen utilizando el material homobiobasado. El prototipo con mejor desempeño se postula a espacios de emprendimiento con el fin de evaluar el potencial de inversión y de mercado.

Tarea F13: Desarrollar prototipo final

Se construye un último prototipo a partir de consideraciones de diseño que surgen desde experiencias en los espacios de emprendimiento en relación con volúmenes de mayor tamaño.



ACTIVIDAD F2

Desarrollo de la identidad del producto

Tarea F21: Generar mapa conceptual y concepto final

Se interrelacionan los elementos y conceptos identificados, estableciendo el concepto final y dando forma a la identidad del producto.

Tarea F22: Desarrollar propuesta formal de logotipo

Se realiza un proceso de bocetaje iterativo en base al concepto final, para la construcción del logo del producto.



Imagen 221: Personas cubierta de «post it»
Por: Mindspace Studio

**RESULTADOS
ETAPA
D**

**SELECCIÓN DE
APLICACIÓN DE DISEÑO
PARA EL MATERIAL**

ACTIVIDAD D1

Identificación de las principales propiedades del material

Tarea D11: Reconocer propiedades físico-mecánicas

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las propiedades físicas del material:

Tabla 19: Resumen de características físicas del material

<u>VARIACIÓN [50 x 50 mm]</u>	<u>MASA [g]</u>	<u>GROSOR [mm]</u>	<u>DENSIDAD [kg/m³]</u>	<u>ABSORCIÓN [%]</u>	<u>EXPULSIÓN [%]</u>
PhGIMzV3_3	2,88	0,97	1.185,1	16	330
PhGIMzV3_3-LIN	2,98	1,01	1,179.8	21	260
PhGIMzV3_3-SOY	3,67	1,15	1,281.9	21	250

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las propiedades mecánicas del material:

Tabla 20: Resumen de las propiedades mecánicas del material

NOMBRE ENSAYO	ESTADO DEL MATERIAL EN RELACIÓN CON LA NORMA	CONCLUSIÓN
Resistencia a la flexión	El material presenta rotura en varios puntos críticos de la probeta al ciclo 50 en todas las variaciones.	No cumple con la norma Requiere resistir 100.000 ciclos Resistencia a la flexión muy baja
Solidez del color frente al frote circular	El material presenta rotura completa antes de elongar las probetas al 10% en todas las variaciones. *La variación con aceite de linaza y cera de soya presenta resistencia al frote, no así a la elongación	No cumple con la norma Requiere resistir una elongación mínima del 10% Resistencia a la tracción muy baja
Resistencia a la abrasión de Taber	El material presenta agujeros y un desbaste considerable a partir de los 6.000 ciclos en la variación original y en la variación con aceite de linaza *La variación con aceite de linaza y cera de soya resiste los 10.000 ciclos sin la presencia de agujeros, demostrando buena resistencia a la abrasión	No cumple con la norma Requiere resistir 10.000 ciclos Resistencia a la abrasión es media

Tarea D12: Reconocer propiedades de trabajabilidad

En esta tarea se reconoce y evalúa el grado de desempeño de las pruebas relacionadas con la trabajabilidad, donde los resultados serán evaluados del 1 a 5. En el caso de las pruebas de corte manual (tijera, cuchillo cartonero), perforación (alicate de perforación para ojetillos), corte láser y grabado láser, los valores son asignados en base a una adaptación de la norma ASTM D-1666. En la tabla 21 se presentan los criterios de evaluación y el valor correspondiente:

Tabla 21: Valor y criterios de evaluación para corte manual, perforación, corte láser y grabado láser

EVALUACIÓN	CRITERIO CORTE MECANIZADO(1) / LÁSER(2)	CRITERIO GRABADO LÁSER (CNC)
5. Excelente	(1) Terminación suave y uniforme, sin imperfecciones visibles ni fibras expuestas. Bordes bien definidos (2) Bordes suave, sin quemaduras.	Grabado con detalles muy precisos, sin distorsión ni áreas sobrecargadas
4. Muy bueno	(1) Terminación suave en su mayoría, con mínimas imperfecciones y pocas fibras expuestas. Bordes definidos (2) Bordes suave, con pequeñas marcas de quemadura.	Grabado con detalles bien definidos, con mínimas imperfecciones
3. Bueno	(1) Terminación con algunas áreas ásperas y con algunas fibras expuestas. Bordes irregulares (2) Bordes aceptable, con áreas ligeramente quemadas.	Grabado con detalles distinguibles, con algunas áreas ligeramente desiguales
2. Malo	(1) Terminación con algunas áreas ásperas y con varias fibras expuestas. Bordes irregulares y con algunos desgarros (2) Bordes irregular, áreas quemadas y signos de fusión.	Grabado con detalles poco definidos, con algunas áreas sobrecargadas
1. Muy malo	(1) Terminación extremadamente áspera y con fibras expuestas o sueltas. Bordes desgarrados (2) Bordes deformados, extremadamente quemado y con zonas fundidas	Grabado con detalles irregulares/distorsionados, con zonas sobrecargadas

En el caso de la prueba de costura, el valor es asignado a partir de la retroalimentación de Camila, diseñadora y parte del staff del Taller de Maquetas y Prototipos de la FAU. En la tabla siguiente se presentan los criterios de evaluación y el valor correspondiente:

Tabla 22: Resumen de características físicas del material

PRUEBA	OBSERVACIONES	NOTA
Corte	El material presenta un borde bien definido. Terminaciones uniformes y sin imperfecciones	5
Perforación	El material presenta un borde definido y con ciertas fibras expuestas. Terminaciones con ciertas imperfecciones.	4
Costura	El material material permite coser 2 superficies del material con facilidad. Debido a que la puntada debe ser larga (y ancha en el caso del zig-zag), al hacer un remache o repasar una hilera el material corre el riesgo de presentar rotura en esa zona	4
Corte láser	El material presenta bordes bien definidos y sin quemaduras visibles.	5
Grabado láser	El material presenta zonas sobrecargadas y líneas poco definidas	2

Tarea D13: Reconocer propiedades frente a factores ambientales

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las observaciones más relevantes y sus conclusiones:

Tabla 23: Resumen de características físicas del material

PRUEBA	OBSERVACIONES
Degradación	El material presenta una <u>alta actividad de microorganismos</u> a partir del día 30 por un periodo de 2 meses. El material presenta <u>brotos que crecen desde el interior</u> . El material evidencia una <u>disminución en su grosor >50%</u> en el quinto mes.
Luz UV	El material <u>disminuye en un 50-75% la radiación UV</u> . El material <u>protege un 30-35% menos de la radiación UV que dos tipos de sombreros populares</u> .
Humedad ambiental	El material <u>pierde su capacidad de retener agua después de la 3ra iteración</u> y su estructura comienza a curvarse y volverse rígido.

ACTIVIDAD D2

Proposición de una aplicación de diseño basado en el material

Tarea D21: Identificar posibles aplicaciones de uso a partir de las principales propiedades del material

El material es un textil homobasado de formato laminar.

Puede trabajarse con tijera, cuchillo cartonero, máquina de coser, punzón, aguja e hilo y puede perforarse para instalar ojettillos. Protege de los rayos UV, pero menos que algunos materiales disponibles comercialmente.

Es altamente resistente a la abrasión y, si bien posee cierta flexibilidad, posee una baja resistencia a la flexión, por lo que no resiste una manipulación constante que dependa de esta propiedad. Su resistencia a la tracción es muy baja, por lo que no se debe someter a un estrés que pueda estirar el material más allá del 5% de su longitud.

Es altamente higroscópico, por lo que retiene y expulsa agua si el clima es muy húmedo. Si se humedece por un tiempo prolongado, este se deformará y se volverá rígido tras secarse.

Finalmente, su potencial de degradación es alto en contacto con tierra húmeda y su composición es 100% natural.

En la imagen 222 se enlistan aplicaciones de uso que coinciden con las algunas propiedades del material.

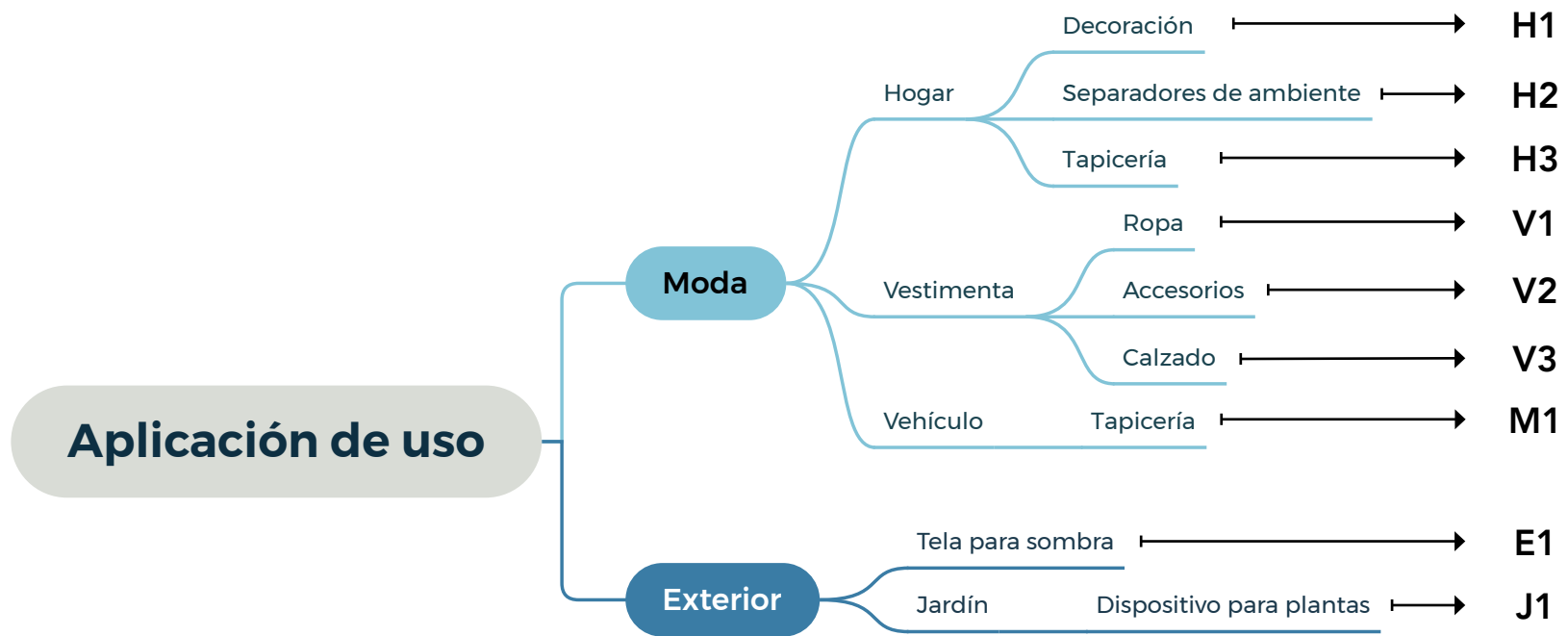


Imagen 222: Mapa mental de las posibles aplicaciones de uso

Tarea D22: Seleccionar una aplicación de diseño utilizando una Matriz de Factibilidad e Impacto

La Matriz de Factibilidad-Impacto permite valorizar iniciativas de mejora con el fin de diseñar planes de acción que ayuden al desempeño y a la toma de decisiones dentro de un proyecto (Burgos, 2018).

Bajo impacto / Baja factibilidad:

Iniciativas que no se recomiendan porque no aportan significativamente a los objetivos y son difíciles de implementar.

Bajo impacto / Alta factibilidad:

Iniciativas fáciles y rápidas de implementar pero poco significativas

Alto impacto / Baja factibilidad:

Iniciativas disruptivas e innovadoras que presentan un reto en la implementación

Alto impacto / Alta factibilidad:

Iniciativas usualmente sencillas de implementar que permiten un cambio significativo, por lo que son muy valiosas

En la imagen X se posicionan las posibles aplicaciones de uso según cumplen con los criterios mencionados.

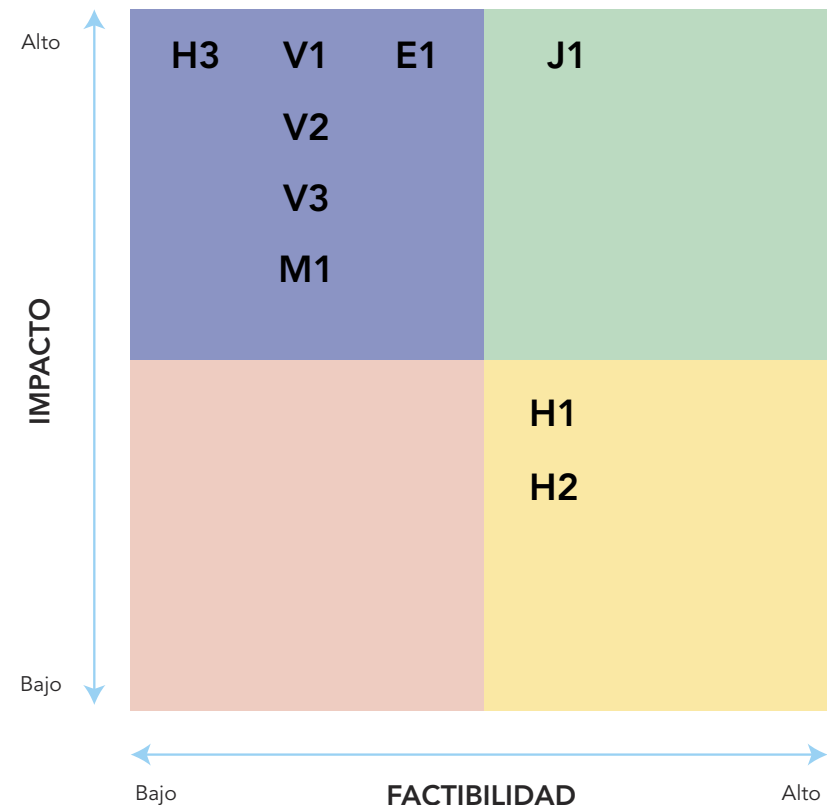


Imagen 223: Matriz factibilidad e impacto con las aplicaciones dispuestas en el lienzo

Tabla 24: Observaciones de las aplicaciones de uso en relación con su impacto y factibilidad

APLICACIÓN	CRITERIO EVALUADO	OBSERVACIÓN
H1	Impacto - Factibilidad +	Se considera de bajo impacto debido a que ya existen soluciones con pelo humano destinados a la decoración y/o contemplación. Fácil implementación
H2	Impacto - Factibilidad +	Se considera de bajo impacto debido a que ya existen soluciones con pelo humano destinados a la decoración y/o contemplación. Fácil implementación
H3	Impacto + Factibilidad -	Se considera de alto impacto debido a que no existen soluciones de tapicería con pelo humano. Su implementación requiere un mejoramiento de las propiedades del material
V1	Impacto + Factibilidad -	Se considera de alto impacto debido a que no existen soluciones de biotextil homobasado para ropa. Su implementación requiere un mejoramiento de las propiedades del material
V2	Impacto + Factibilidad -	Se considera de alto impacto debido a que no existen soluciones de biotextil homobasado para accesorios de moda. Su implementación requiere un mejoramiento de las propiedades del material
V3	Impacto + Factibilidad -	Se considera de alto impacto debido a que no existen soluciones de biotextil homobasado para calzados. Su implementación requiere un mejoramiento de las propiedades del material
M1	Impacto + Factibilidad -	Se considera de alto impacto debido a que no existen soluciones de tapicería con pelo humano. Su implementación requiere un mejoramiento de las propiedades del material
E1	Impacto + Factibilidad -	Se considera de alto impacto debido a que no existen soluciones de exterior para generar sombra con biotextil homobasado. Su implementación requiere un mejoramiento de las propiedades del material
J1	Impacto + Factibilidad +	Se considera de alto impacto debido a que no existen dispositivos para plantas de biotextil homobasado. Fácil implementación.

La aplicación de uso que presenta mayor impacto y que requiere de menos esfuerzo de implementación es la aplicación **J1**: dispositivo para plantas.

Los dispositivos para plantas que presentan características similares a los textiles son los plástico de formato laminar. Estos usos van desde superficies de protección contra heladas, superficies de protección contra el sol, bolsas de plásticas para plantas. Sin embargo, las superficies de protección contra heladas y contra el sol tienen el mismo nivel de impacto y factibilidad que las telas para sombra para exterior, por lo que no requieren de mayor esfuerzo al necesitar un mejoramiento.

Bajo esta consideraciones se propone una **aplicación de uso para plantas similiar al uso de las bolsas plásticas** que se utilizan en los jardines o huertas.

El pelo se ha utilizado a lo largo de la historia para fines agrícolas por su alto porcentaje de nitrógeno y otros micronutrientes. Sin embargo, el material homobasado está compuesto por más ingredientes, los cuales son analizados en función del impacto directo que tienen en las plantas y el suelo.

En la tabla X se describe el impacto del almidón, la glicerina y el nitrógeno en las plantas y en el suelo.

Tabla 25: Observaciones de las aplicaciones de uso en relación con su impacto y factibilidad

COMPONENTE	IMPACTO EN TIERRA/PLANTA	INVESTIGACIÓN
Almidón	Sirve como fertilizante de liberación controlada	(Gamage et al., 2022)
	Promueve la formación de agregado de suelo	(Mizuta et al., 2015)
	Puede regular el C y N en el suelo	(Mizuta et al., 2015)
	Demora 30 días en biodegradarse en el suelo	(Abe et al., 2021)
Pelo humano	Los microorganismos queratinolíticos que degradan el pelo promueven el crecimiento vegetal	(Cavello et al., 2015)
	El nitrógeno se degrada completamente en 5 meses en un ambiente de compostaje	(Waliczek et al., 2021)
	Aporta N y microelementos degradándose lentamente	(Zheljazkov et al., 2008)
	El uso excesivo de fertilizantes de N junto a la inapropiada aplicación deja un 50-70% del N en el ambiente provocando acidificación del suelo y eutrofización en los cuerpos de agua	(Ye et al., 2022)
	Se puede reducir en un 15-30% la pérdida de N con aplicaciones apropiadas	(Anas et al., 2020)
Glicerina	Fomenta la producción de microorganismos beneficiosos para las plantas	(Vassilev et al., 2017)
	Tras diluirse en agua en bajos porcentajes, estimula respuestas de crecimiento en diversas plantas	(Tisserat y Stuff, 2011)



Imagen 224: Brote creciendo desde el material
Por: Álvaro Asalgado G.

La tabla anterior se detalla el impacto puede llegar a tener el material sobre las plantas a partir de sus ingredientes. Sin embargo, para que la planta tenga un crecimiento óptimo, no solo depende de los macronutrientes (N, P, K) y los micronutrientes, el crecimiento vegetal y la presencia de microorganismo en el suelo dependen en gran medida de la calidad del suelo y la relación C:N presente en la tierra.

La relación carbono-nitrógeno determina la velocidad de mineralización y la velocidad de liberación del nitrógeno al suelo. Donde un su suelo, o sustrato, que presenta una relación C:N < 15 libera nitrógeno con mayor velocidad, siendo compatible con plantas de rápida cosecha (Brust, 2019). En el caso contrario, a mayor C:N, la velocidad de degradación y liberación de nitrógeno disminuye, siendo más compatible con plantas de cosecha más lenta.

En el caso del material, las fórmulas que componen a cada uno de los ingredientes de la matriz líquida más la composición del pelo humano permiten estimar que la variación PhGIMzV3_3 del material tienen relación interna C:N > 16, lo que permitiría una mineralización y liberación de N más estable beneficiosa para plantas de un tiempo de cosecha nivel medio. Sin embargo, esto debe ser analizado bajo criterios, tiempos y ensayos correspondientes a los ciclos naturales del suelo.



Imagen 225: Cuerpo de figura humana articulada de madera
Por: Kira auf der Heide

**RESULTADOS
ETAPA
E**

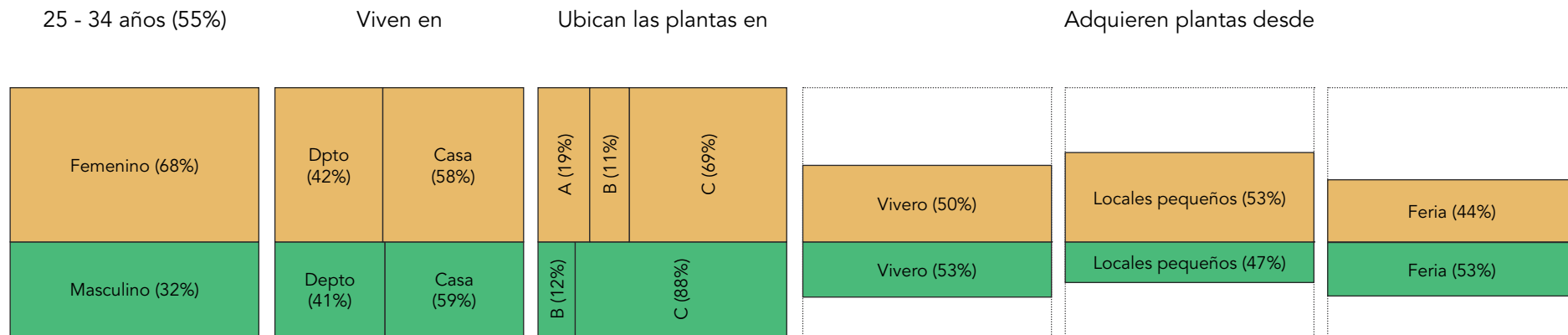
**DEFINICIÓN DE USUARIO
Y ATRIBUTOS DE DISEÑO**

ACTIVIDAD E1

Construcción de arquetipo

Tarea E11: Levantar información de usuario mediante encuesta

Un total de 96 personas respondieron la encuesta, entre las cuales el 69% es del género femenino y el 31% del género masculino. Esta tarea se centrará en las personas entre 25 a 34 años, quienes componen el 55% del universo y serán la muestra a analizar.



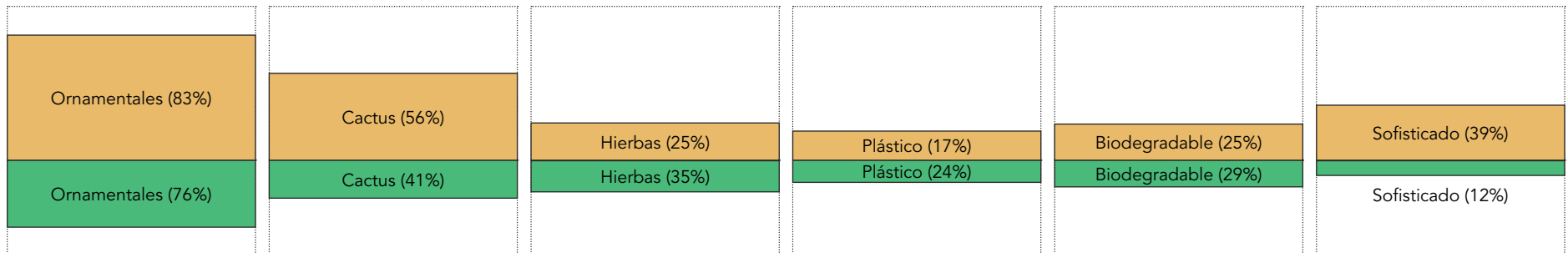
A: Interior
 B: Exterior
 C: Ambas

Imagen 226: Observaciones de las aplicaciones de uso en relación con su impacto y factibilidad

Otros espacios que la muestra visita para adquirir plantas son las tiendas de retail (17% femenino y 18% masculino) y desde las RR.SS (25% femenino y 12% masculino).
 En el caso de los contenedores, el contenedor «sofisticado» hace referencia a macetas pensadas para decorar un espacio, como las de concreto o de cerámica.

Tipos de plantas que adquieren con mayor frecuencia

Tipos de contenedores que prefieren

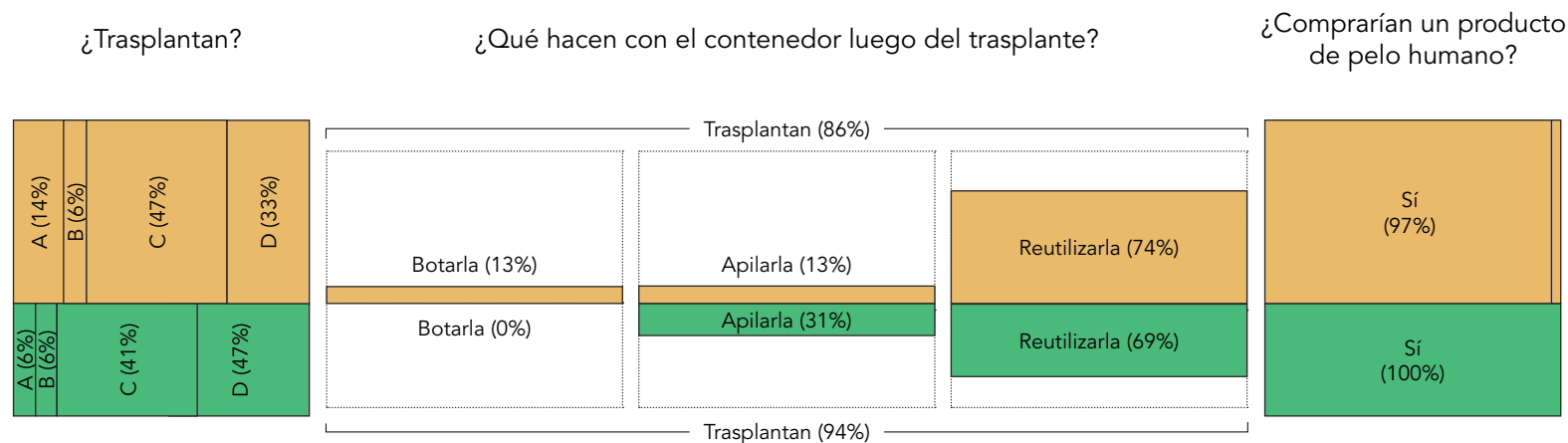


Motivos de preferencia

- Bajo costo (23%)
- Me importa la planta (23%)
- Durabilidad (18%)
- Fácil de traslado (14%)
- Medioambiente (34%)
- Fácil traslado (11%)
- Me importa la planta (8%)
- Durabilidad (8%)
- Estética (42%)
- Durabilidad (18%)
- Medioambiente (11%)
- Tamaño (11%)

Imagen 227: Observaciones de las aplicaciones de uso en relación con su impacto y factibilidad

En promedio, el 90% de la muestra trasplanta las plantas que adquiere directamente a la tierra o a un contenedor de mayor capacidad. De aquellas personas, solamente el 13% femenino bota el contenedor luego del trasplante y el resto de la muestra los reutiliza o los almacena (no les dan uso).



- A: No trasplanto
- B: A la tierra
- C: A una maceta más grande
- D: Tierra y maceta más grande

Imagen 228: Observaciones de las aplicaciones de uso en relación con su impacto y factibilidad

Tarea E12: Desarrollar mapa de empatía a partir de información levantada

¿QUÉ VE?

Ve que sus compañeros de trabajo comen mal.
Que los vegetales tienen un costo muy alto en las ferias cerca de su hogar.
Las macetas donde vienen las plantas que compra las apila en un rincón.

¿QUÉ DICE Y HACE?

Habla con sus amistades sobre recetas de cocina.
Compra plantas en locales pequeños.
Asiste a ferias sustentables como «La Feria Huertera».
Se junta con su familia los domingos y les cocina un almuerzo.

MIEDOS/ESFUERZOS

Acostumbrarse a los alimentos insípidos.
Que su alimentación sana siga dependiendo de lugares que se ubican muy lejos de su hogar.
Que la casa se le llene de macetas plásticas



BENJAMÍN, 30 AÑOS
FUNCIONARIO PÚBLICO

¿QUÉ PIENSA Y SIENTE?

Le gusta visitar a la abuela en el campo, que la recibe con comida sana y sabrosa.
Es una persona disciplinada y resiliente.
Le gusta rodearse de vegetación.
Le relaja estar en contacto con tierra y barro.

¿QUÉ OYE?

Escucha el podcast «Cuatro Huertas».
Le preguntan si ha pensado en cultivar su propio alimento.
Escucha que las frutas y verduras que venden ya no tienen sabor.

MOTIVACIONES/DESEO

Tener su propia huerta.
Llevar una vida más sana y sostenible.
Compartir nuevas recetas y sabores con su familia y amistades.

Imagen 229: Mapa de empatía. Elaboración propia. Imagen central por Amr Taha.

DESCRIPCIÓN

Benjamín tiene 30 años y vive con su gato en un departamento ubicado en la comuna de Santiago.

Le encanta la cocina, y siempre inventa platos de comida para recibir a la familia o amistades que van a visitarlo. Si bien, se dedica a buscar lugares con buena opción de ingredientes vegetales, siente ya no tienen el mismo sabor de antes por lo que tiene hortalizas en su balcón. El balcón es pequeño y las hortalizas no le han dado muy buenos resultados, lo que no ha impedido que constantemente estudié sobre cómo cultivar. A pesar de no poder cultivar su alimento, su espacio está rodeado de plantas de interior que cuida con mucho amor. Una de las cosas que más desea es tener su propio huerto, y la idea de levantar uno comunitario no les pareció lo suficientemente atractiva a los vecinos del edificio.

Benjamín se siente comprometido con el planeta por lo que constantemente busca opciones sostenibles para cultivar sus plantas.



Imagen 230: Hombre trasplantando a una maceta más grande 1.
Por: Vadim Kaipov

ACTIVIDAD E2

Selección de atributos de diseño

Tarea E21: Determinar requerimientos de diseño

Benjamín vive en un departamento y las plantas que compra deben venir en contenedores que cumplan con lo siguiente:



Fáciles de transportar

Resistir y contener a la planta sin problema hasta antes del trasplante

Filtrar el agua del riego para que las raíces de sus plantas no se ahoguen

Trasplante eficiente

Benjamín espera poder tener un huerto en un mediano plazo y está buscando soluciones sostenibles para cultivar cuando ya tenga todo implementado. Sabe que un huerto es distinto a una maceta, por lo que está pensando en soluciones innovadoras simples que nutran a sus plantas y no sobrefertilicen el suelo . Benjamín está pensando en el futuro.

*Imagen 231: Hombre trasplantando a una maceta más grande 2.
Por: Vadim Kaipov*

Tarea E22: Determinar atributos de diseño

En la siguiente tabla se describen los atributos que se identifican para satisfacer las necesidades del arquetipo, considerando el formato laminar del material:

Tabla 26: Requerimientos y atributos de diseño

REQUERIMIENTOS	ATRIBUTOS
Fáciles de transportar	Diseño de base uniforme y simétrica
Resistir y contener a la planta	Diseño basado en las estructuras de packaging
Filtrar el exceso de agua del riego	Diseño con sistema de drenaje
Transplante eficiente	Diseño con tamaño que permita trasplante directo



Imagen 232: Macetas
Por: Annie Spratt



Imagen 233: Interior de prototipo
Por: Álvaro Asalgado G.

RESULTADOS ETAPA

F

ELABORACIÓN DE
PROPUESTA FINAL

ACTIVIDAD F1

Desarrollo de prototipo formal

Tarea F11: Identificar elementos y conceptos asociados al producto

A continuación se presentan los conceptos que permiten describir el producto y captar la atención del arquetipo:

REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Fáciles de transportar

Resistir y contener a la planta

Filtrar el exceso de agua del riego

Trasplante eficiente

PROPIEDADES DEL MATERIAL

Abono de pelo

Hecho con pelo humano

Temporal

Se degrada en la tierra

Resistente

Resistente a la abrasión

Higroscópico

Retiene humedad

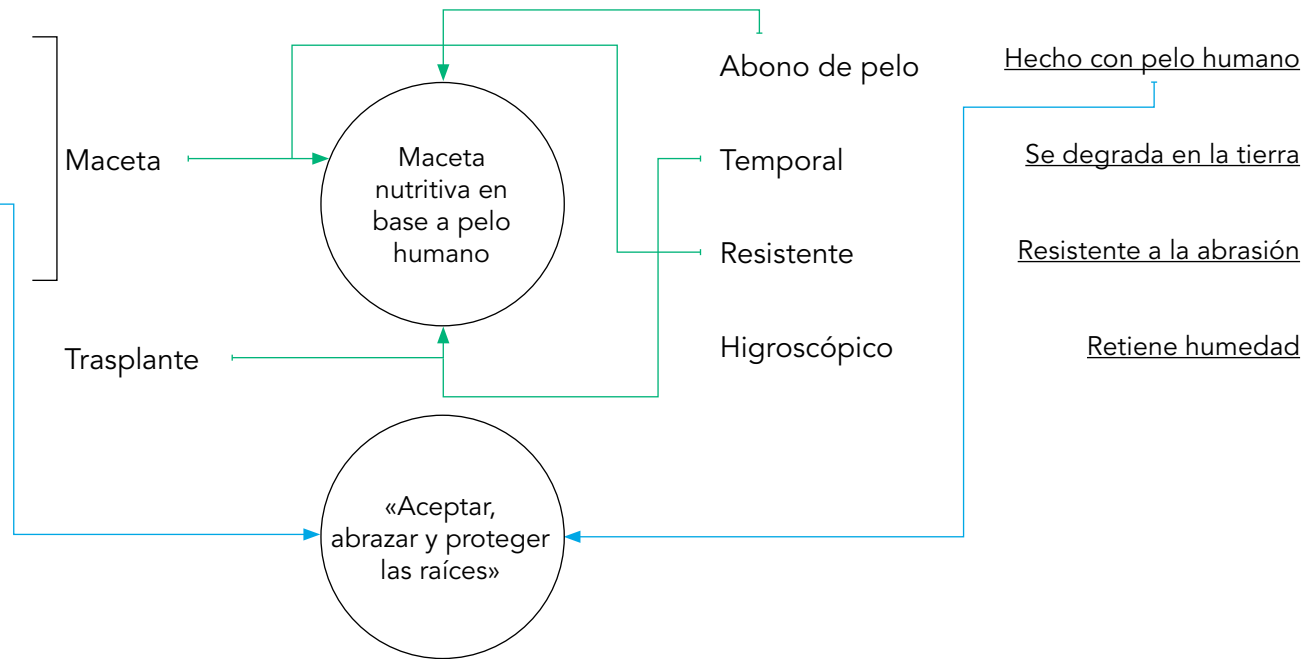


Imagen 234: Esquema del desarrollo de la descripción conceptual del producto

Tarea F12: Realizar prototipos iniciales

Se construyen diferentes tipos plantillas basadas en el Diseño estructural de packaging, utilizando el libro *Structural Packaging: Design your own Boxes and 3D Forms* como referencia (Jackson, 2012). Estas plantillas contemplaron el «aceptar, abrazar y proteger las raíces» dentro la construcción de la forma para los prototipos de una «maceta nutritiva en base a pelo humano». Se investigan y desarrollan volúmenes pequeños considerando prototipos de rápida ejecución considerando, en un primer acercamiento, la construcción de dispositivos de germinación.

Plantillas en papel

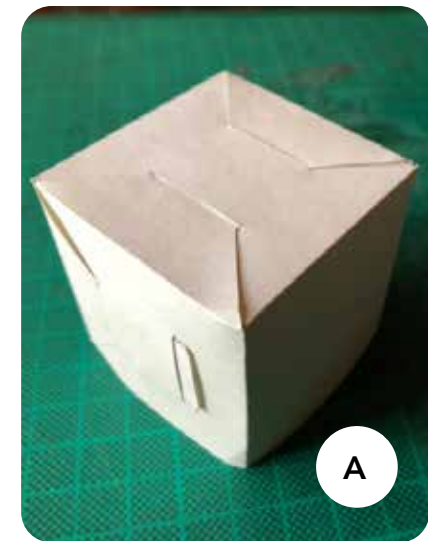
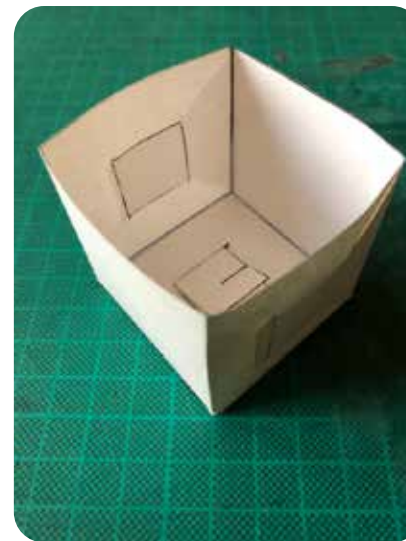
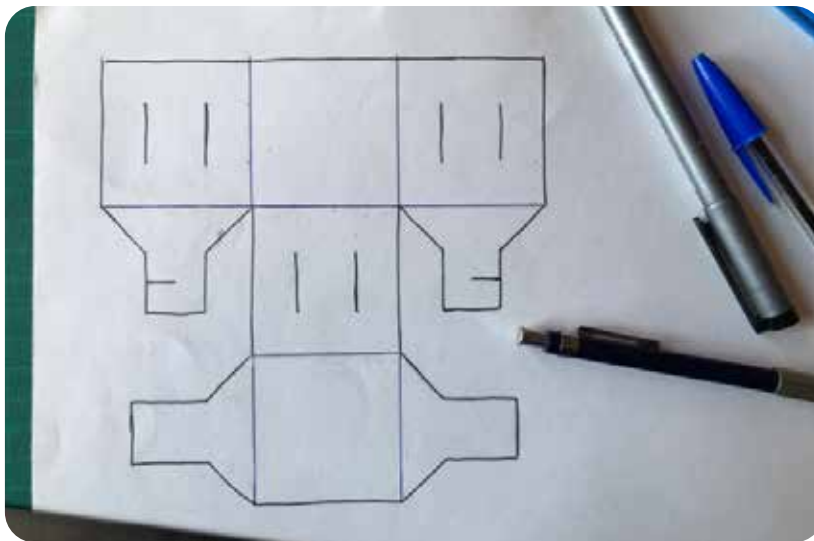


Imagen 235: Plantilla A y volumen tridimensional en papel

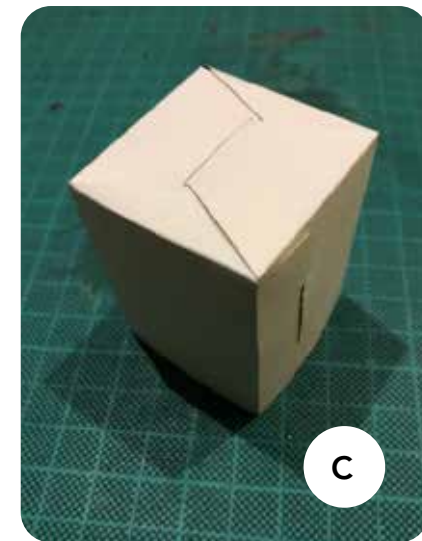
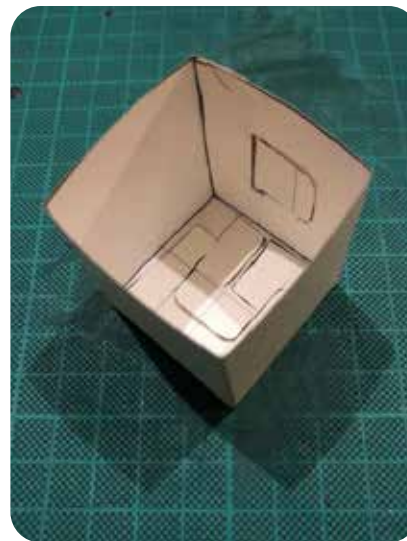
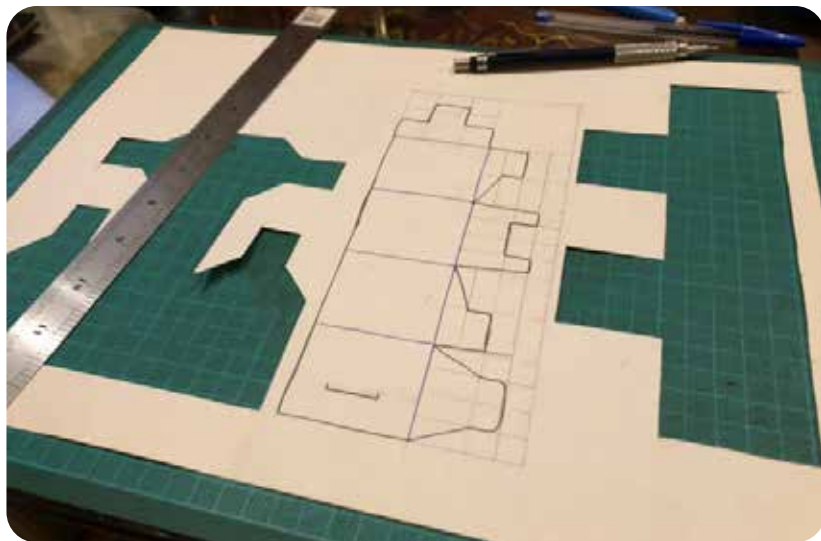
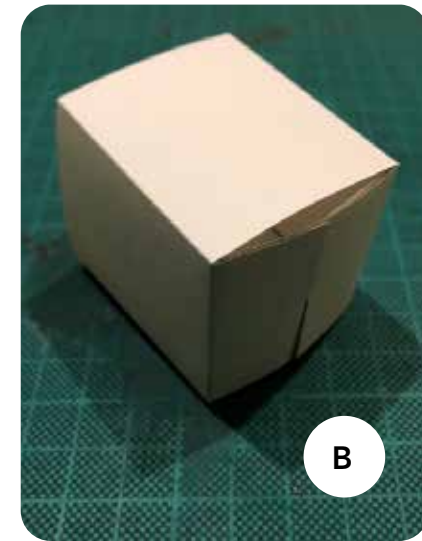
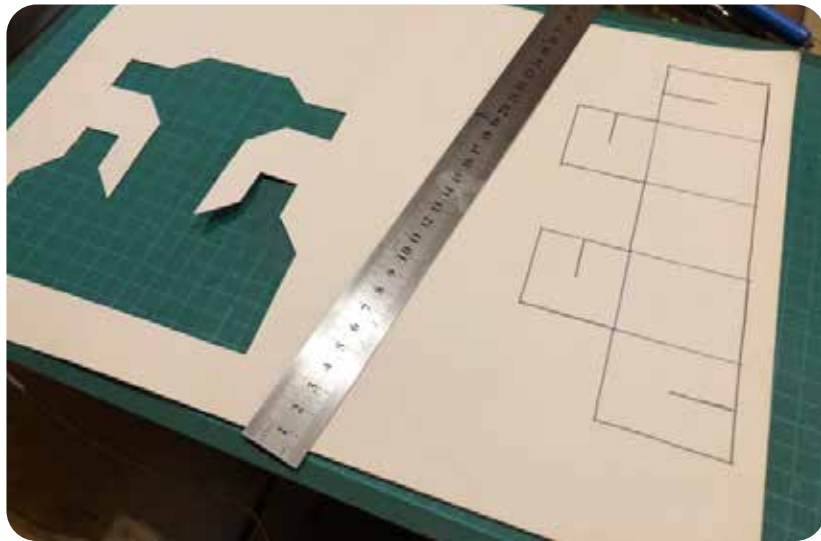


Imagen 236: Plantilla B y C con volúmenes tridimensionales en papel

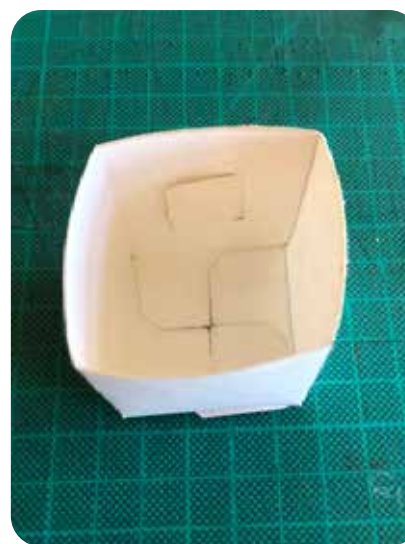
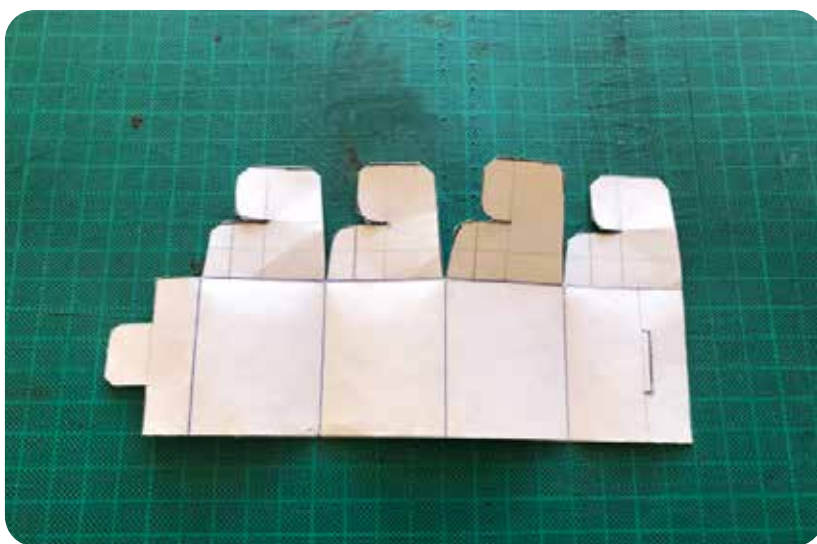
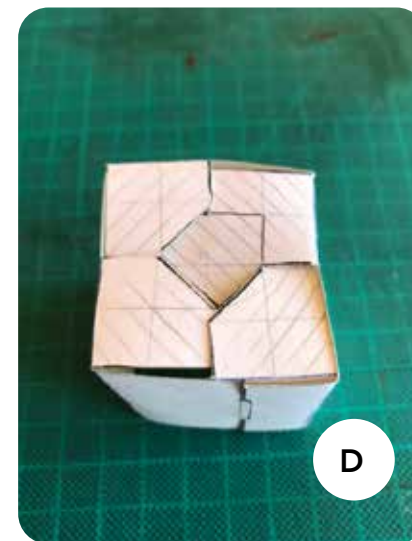
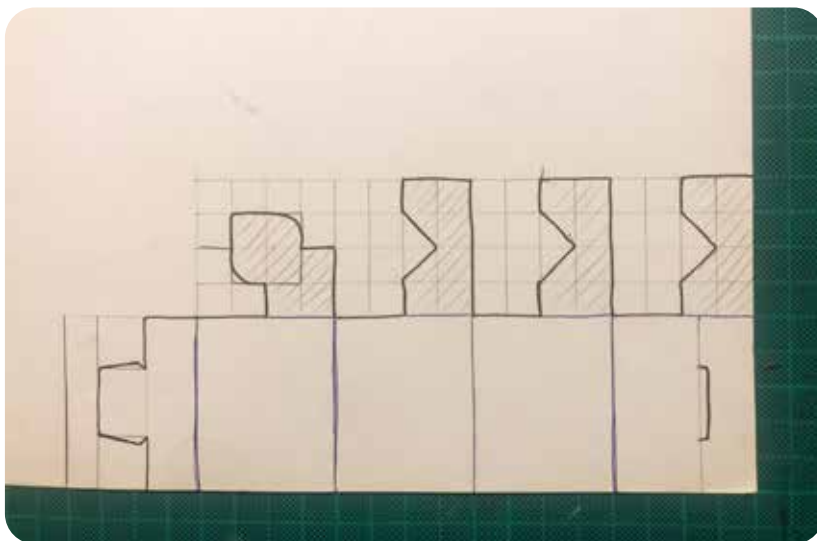


Imagen 237: Plantilla D y E con volúmenes tridimensionales en papel

A continuación se presenta una tabla de las observaciones de cada plantilla junto a la decisión de construir el volumen en el material homobiobasado considerando los resultados de la construcción en papel.

Tabla 27: Observaciones y decisiones sobre los volúmenes tridimensionales contruidos a partir de las plantillas A, B, C, D y E

PLANTILLA	OBSERVACIONES	¿SE CONSTRUYE?
A	Resistente en todas las direcciones. Complejo destilazamiento de pestañas laterales, aún considerando grosor de papel	NO
B	Base débil y con gran espaciado. Construcción compromete integridad de las esquinas	NO
C	Resistente en todas las direcciones. Fácil construcción. Leve deslizamiento de pestaña lateral	SI
D	Resistente en las laterales, base débil. Leve deslizamiento de pestaña lateral	NO
E	Resistente en todas las direcciones, base sólida. Leve deslizamiento de pestaña lateral	SI

Plantillas en material homobiobasado

Se construyen los volúmenes en material homobiosado de las plantillas C y E, considerando propiedades del material.

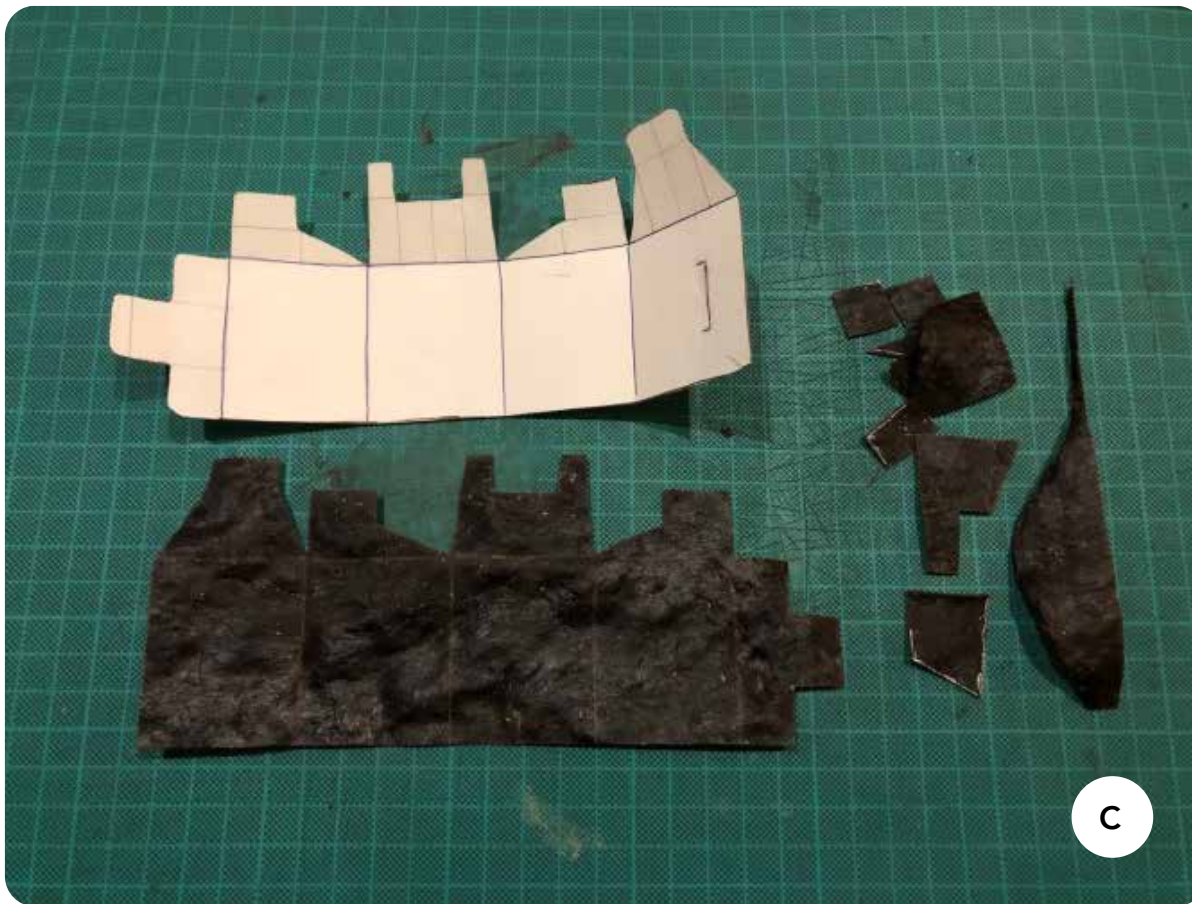


Imagen 238: Plantilla C en papel y material homobiobasado. Merma resultante del proceso de corte



Imagen 239: Volumen tridimensional de plantilla C en material homobiobasado.

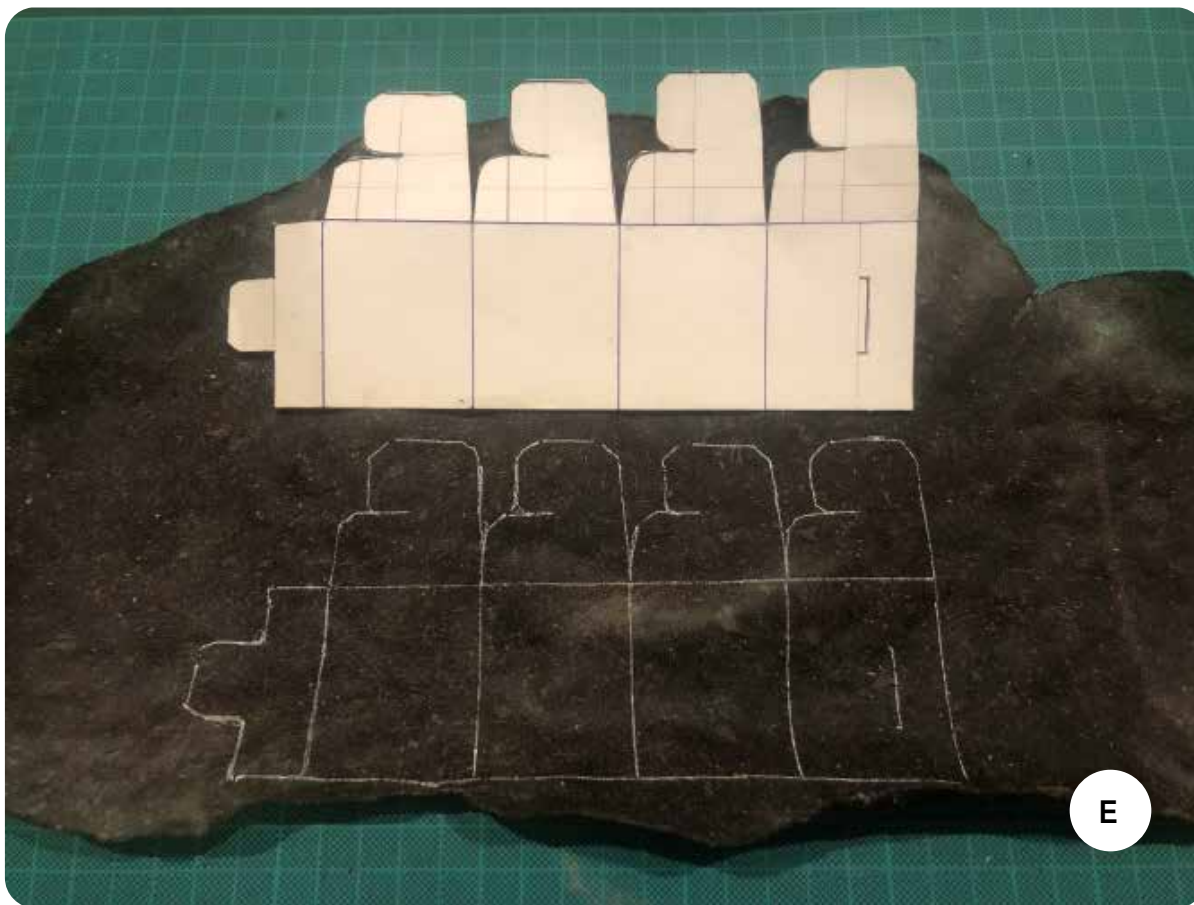


Imagen 240: Plantilla E en papel y material homobiobasado (sin cortar).

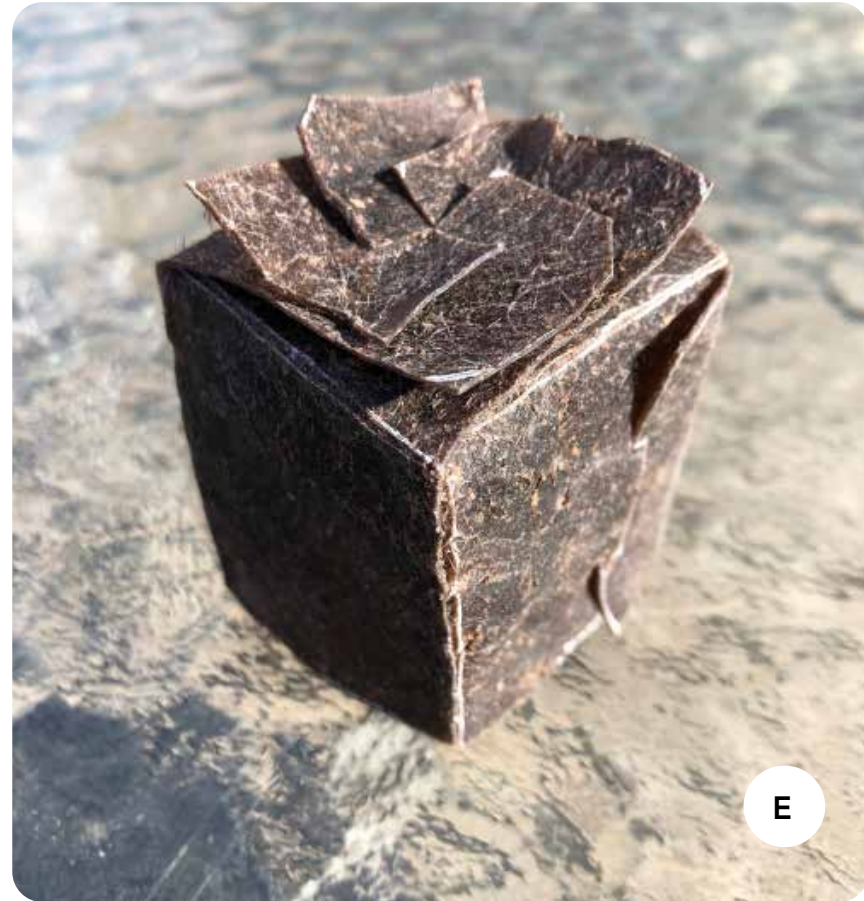


Imagen 241: Volumen tridimensional de plantilla E en material homobiobasado.

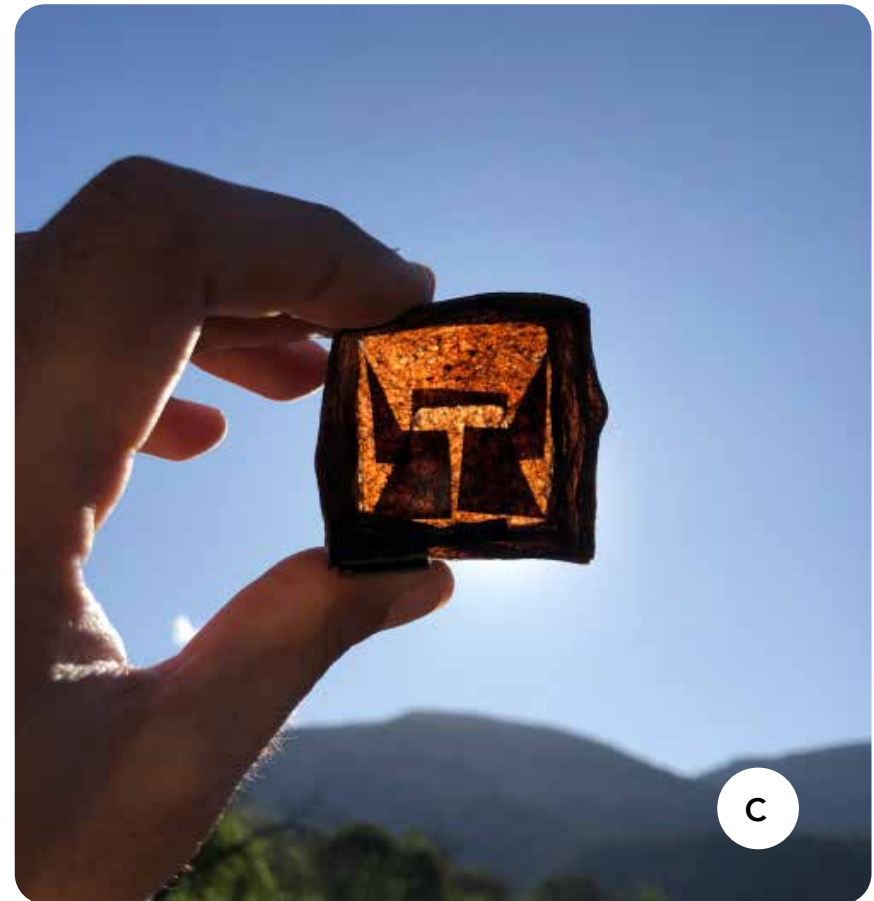
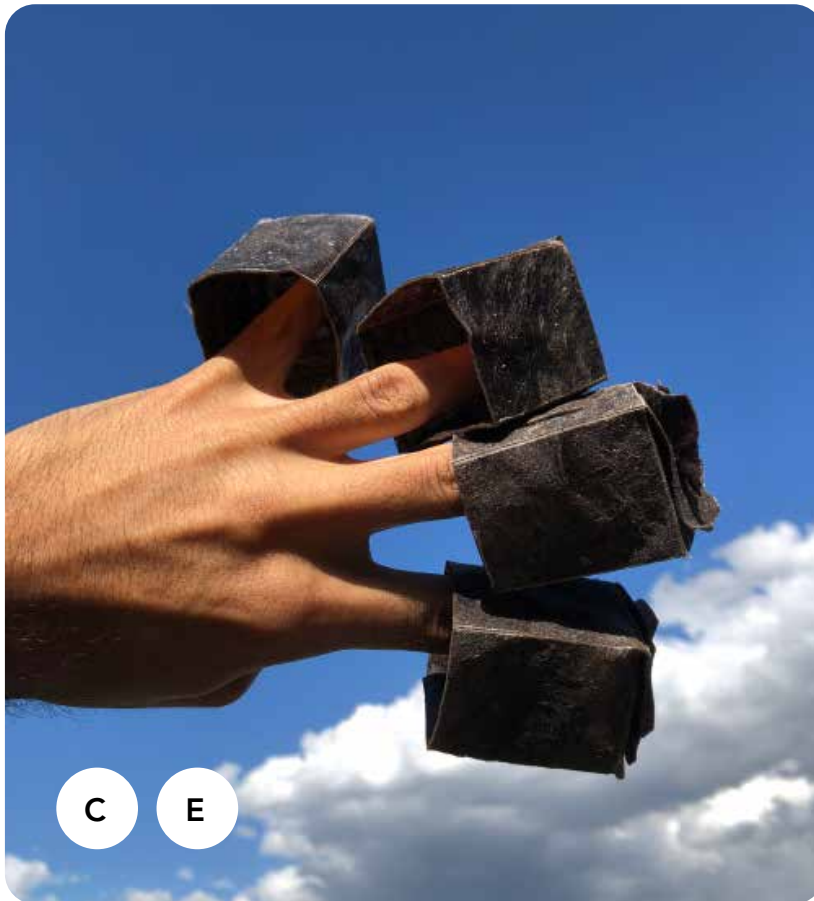


Imagen 242: Dos volúmenes de plantilla C y dos volúmenes de plantilla E y volumen C a contraluz con vista desde el interior.

A continuación se presenta una tabla de las observaciones de las plantillas C y E construidas en el material. Se analiza el proceso de construcción, el resultado obtenido y otras consideraciones relevantes para distinguir el desempeño entre una y otra, con el fin de postular la mejor opción en concursos de emprendimientos con foco en innovación y sustentabilidad.

Tabla 28: Observaciones y decisiones sobre los volúmenes tridimensionales construidos a partir de las plantillas A, B, C, D y E

PLANTILLA	OBSERVACIONES	¿SE POSTULA?
C	Resistente en todas las direcciones. Fácil construcción. Leve deslizamiento de pestaña lateral	SI
E	Resistente en todas las direcciones. Debido al grosor, su construcción se vuelve mucho más compleja y la base, si bien es sólida, es muy irregular provocando que se caiga en un gran número de posiciones.	NO

Concursos

El autor participa (en orden cronológico) de los siguientes concursos de emprendimiento:



Programa de aceleración de ideas de negocios enfocadas en estudiantes de Educación Superior de Chile y Latinoamérica, que busca formar una nueva generación de emprendedores, transformando problemas locales en oportunidades de negocios de impacto global.



Competencia de proyectos de emprendimiento que convoca a la comunidad universitaria. Busca incentivar el espíritu emprendedor entre nuestra comunidad, reconociendo especialmente aquellos proyectos que aporten en desarrollar soluciones que ayuden a mitigar el cambio climático.



Convocatoria dirigida a quienes desarrollen sus negocios desde el triple impacto (social, económico y ambiental) con el foco puesto en la sostenibilidad, entendiendo esta como un proyecto que busca reducir los impactos negativos al medio ambiente.

Imagen 243: Resumen de los concursos de emprendimiento en que el autor participó con el protipo tipo germinador para plantas.

El autor propone participa con el prototipo que se muestra en el imagen 244, logrando los siguientes niveles de participación:

Jump Chile
(versión 2022)

Enraizando entre los 100 proyectos seleccionados

Emprende con Impacto
(versión 2022)

Enraizando entre los 20 finalistas

Mi Primer Pitch Sustentable
(versión 2022)

**Enraizando primer lugar en la categoría
«No Formalizado»**



Imagen 244: Prototipo tipo germinador para plantas

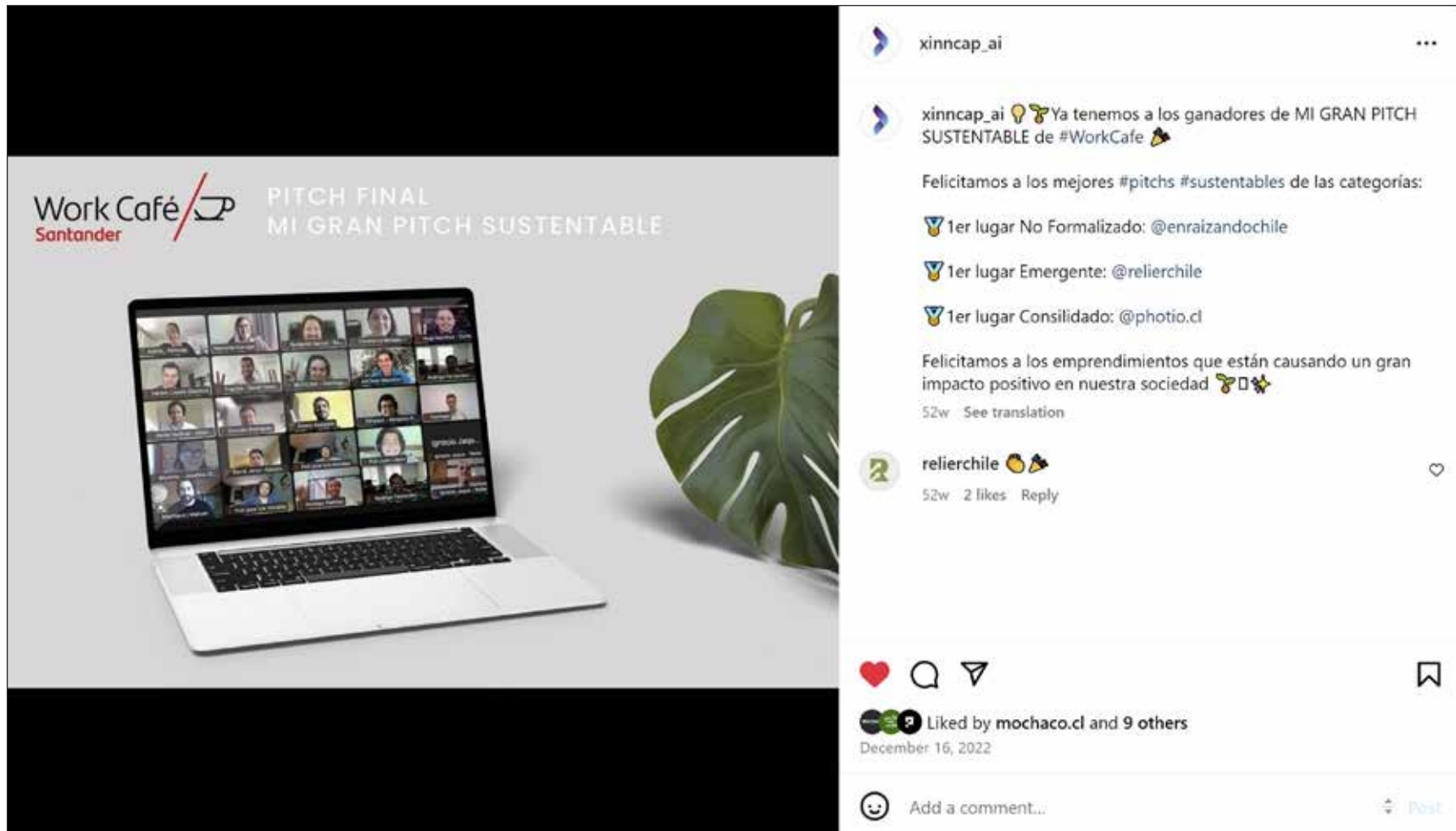


Imagen 245: Publicación de Xinncap sobre los ganadores del concurso MI GRAN PITCH SUSTENTABLE.

Tarea F13: Desarrollar prototipo final

La participación del autor en los concursos propone el uso de una plantilla universal que permita abarcar el dispositivos para plantas no tan solo desde los germinadores (formato pequeño) si también de los diferentes volúmenes de contenedores/macetas disponibles en el mercado. De acuerdo a lo anterior, a los atributos de diseño se incorpora la idea una plantilla escalable según tipo de solución/dipositivo para plantas, lo que se traduce en que la plantilla debe permitir construir un volumen que, además de ser resistente en todas la direcciones, su sistema de cierre no debe presentar ningún tipo de deslizamiento tras ser manipulado.

El prototipo para germinadores presenta una base que utiliza 3 tipos de pestañas para su construcción (ver imagen 246) y en el tamaño pequeño no presenta problema debido a la poca superficie. Sin embargo, los prototipos de papel, a medida que han incrementando su tamaño, los puntos críticos se vuelven mas evidente debido a que ciertas configuraciones requieren un material más rígido, como el cartón.

Los volúmenes construidos mantienen casi las mismas consideras al comparar el papel con el material homobiobasado, donde sus puntos críticos se repiten debido a la flexibilidad del material.

Bajo esta consideración, la base debe resistir pesos más elevados en el punto donde actua el centro de gravedad donde actuará el peso de la tierra junto a la planta (centro).

Se propone una base sin pestañas, de manera que el volumen se construye mediante un sistema de pestañas solamente en sus partes laterales.



Imagen 246: Base de propotitpo tipo germinador a contraluz.

El sistema de cierre que se utiliza se basa en la plantilla que presentó el volumen con mejor resistencia en su base, la plantilla E, por lo que los lados laterales del nuevo prototipo tendrán pestañas tipo gancho (ver imagen 247). La nueva plantilla F permite construir un volumen de 40x40x40 mm, con una base que no involucra pestañas y que presenta resistencia en todas las direcciones.

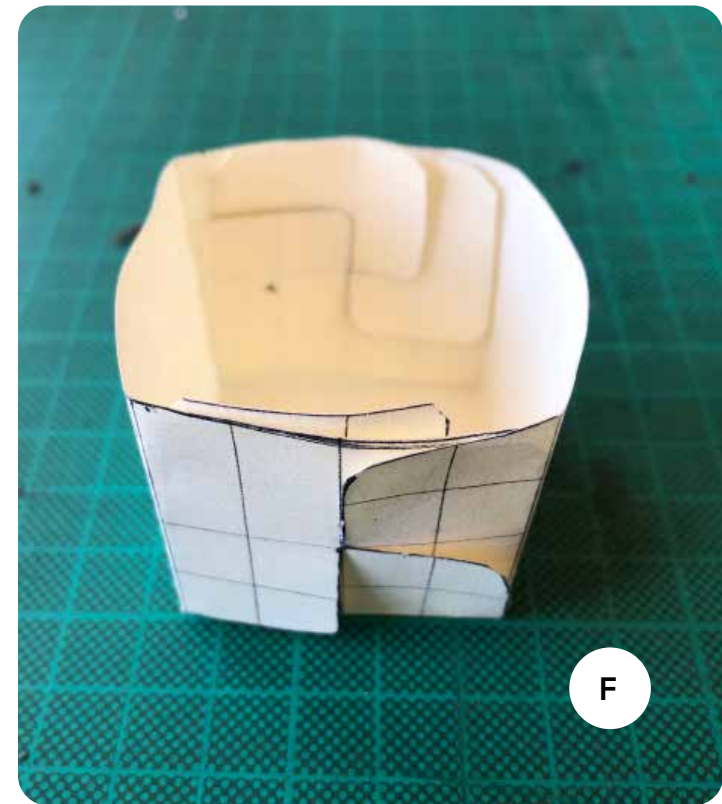
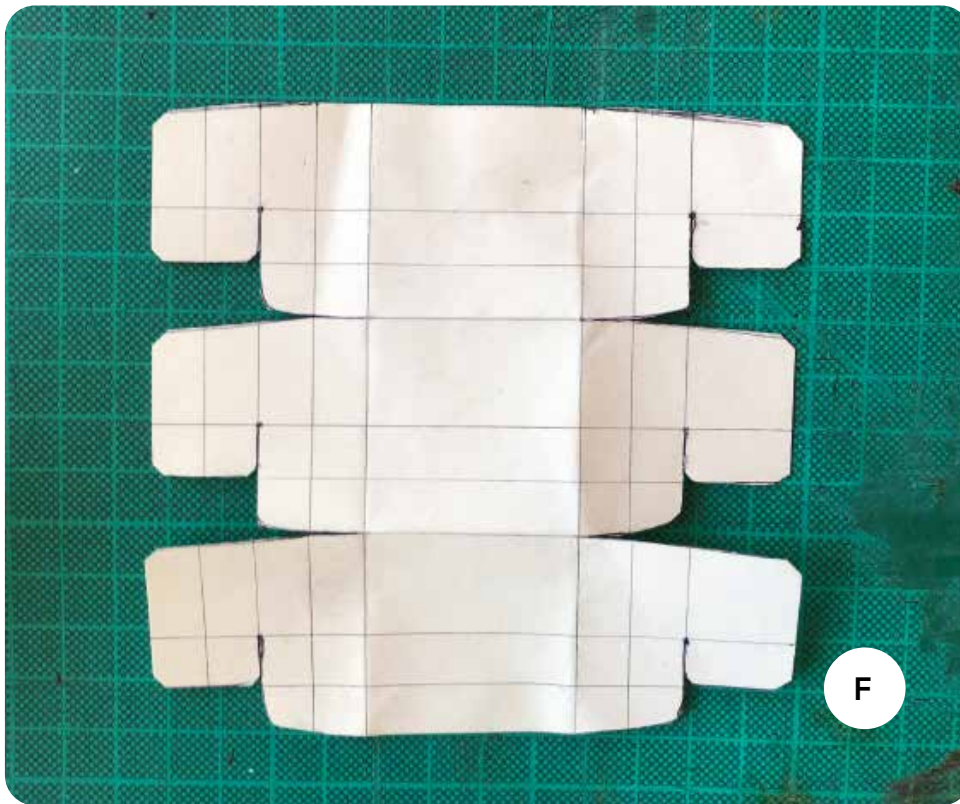
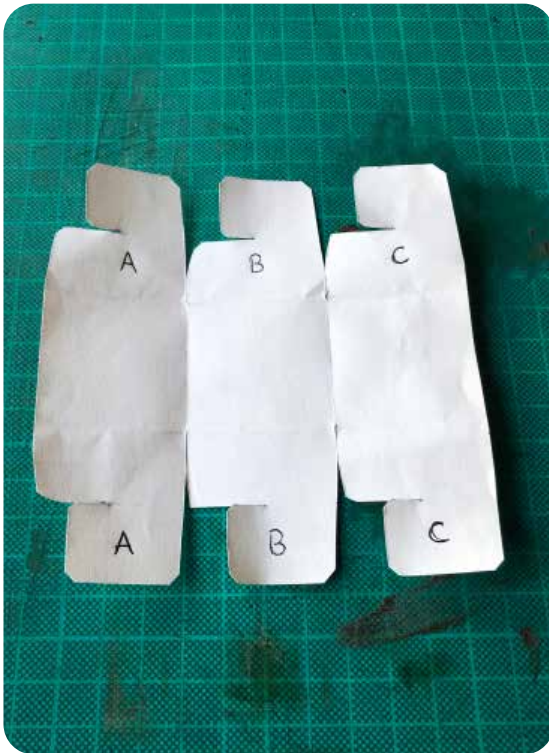


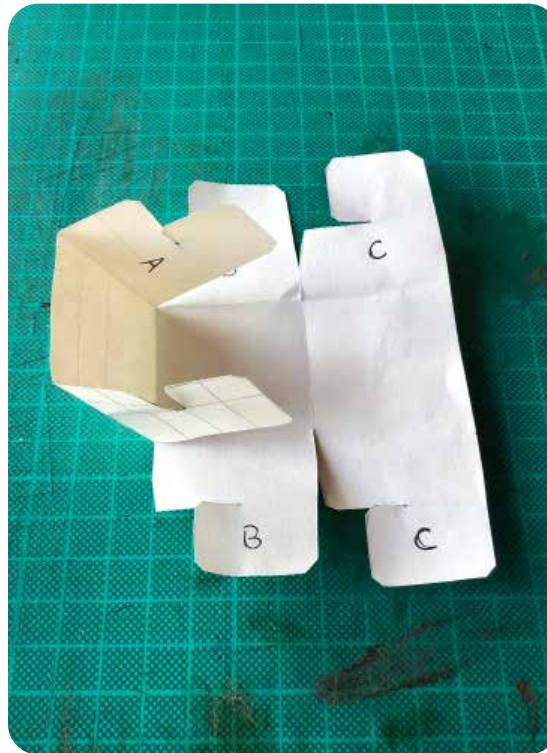
Imagen 247: Plantilla F con pestañas tipo gancho (izquierda) y volumen resultante (derecha).

En la secuencia de imágenes 248 y 249 se describen los pasos para la construcción del volumen a partir de la plantilla F. En el paso 1 se identifican las partes de la plantilla: se designan por A, B y C, donde cada parte tiene una cara principal y dos pestañas, esto es, la parte A tiene la cara principal A y las pestañas A. En el paso 2 se llevan las pestañas A hacia su cara principal, quedando paralelas entre ellas, para posteriormente rotar A hacia B. En el paso 3 se llevan las pestañas de B hacia las pestañas de A, donde el extremo de las pestañas de B pasan por entremedio de las pestañas de A.

Paso 1



Paso 2



Paso 3

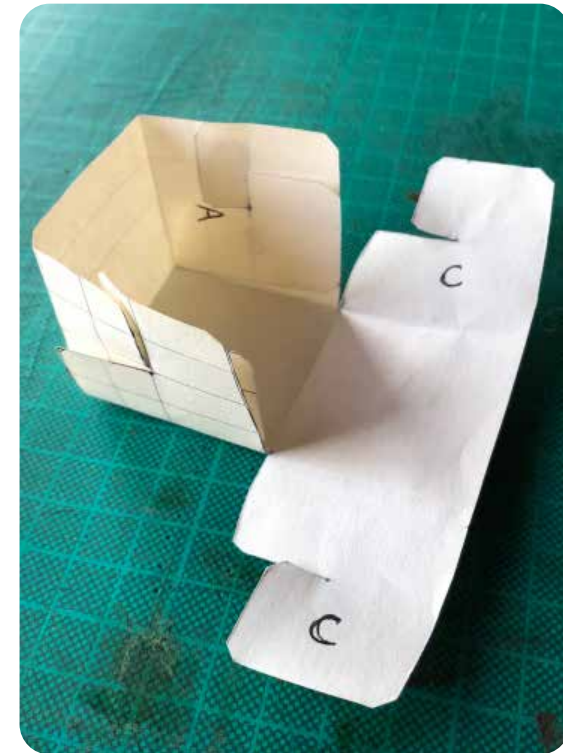
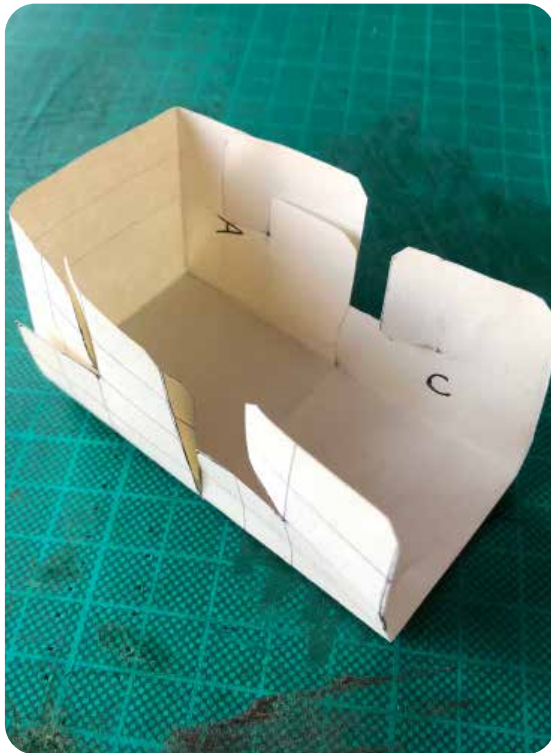


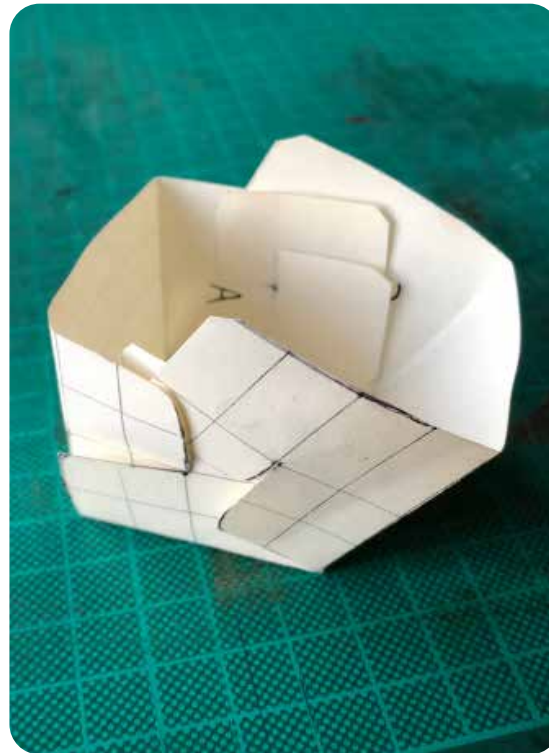
Imagen 248: Secuencia 1 de armado para volumen de plantilla F, pasos 1, 2 y 3.

En el paso 4 se replica el paso 2 pero con la parte C de la plantilla, llevando la parte C hacia la parte B. En el paso 5 se pasa el extremo de la pestaña C por entremedio de las pestañas de A y de B, enganchándose a la pared de pestañas. Resultando en la construcción del cuerpo/volumen final.

Paso 4



Paso 5



Resultado

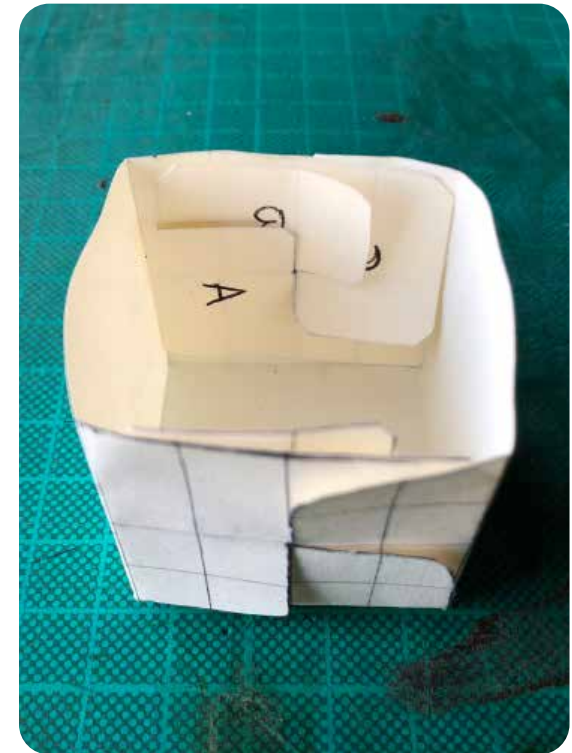


Imagen 249: Secuencia 2 de armado para volumen de plantilla F, pasos 4, 5 y resultado.

A continuación se presenta la plantilla del material homobiosado que permite construir un volumen de 1 litro de capacidad (ver Anexo 3), al cual también se incorporan perforaciones en sus esquinas para mejorar la movilidad de las caras laterales (ver imagen 250).



Imagen 250: Nueva plantilla con pestañas tipo gancho (izquierda) y acercamiento a las perforaciones en las esquinas de la plantilla.



Imagen 251: Plantilla a contraluz (izquierda) y volumen resultante de su construcción (derecha).



Imagen 252: Interior del prototipo (izquierda) y una de las caras del sistema de cierre tipo gancho (derecha).

Finalmente, se monta la maceta nutritiva en base a pelo humano Enraizando de 1L de capacidad, con una planta de albahaca: una planta que para su crecimiento óptimo requiere trasplantarse a suelo directo o a una maceta de mayor capacidad (20 litros). La maceta se dispone sobre un plato para el agua para observar cambios en relación al riego (ver Imagen 253).



Imagen 253: Diferencia entre maceta de 1L tradicional y Enraizando (izquierda). Trasplante de albahaca a dispositivo (derecha).

Posteriormente se riega para observar los puntos de filtración de la maceta cuando tiene tierra en su interior (ver imagen 254). Donde se observa que filtra el agua por el cierre del sistema tipo ganchos y las partes más bajas del volumen.



Imagen 254: Recorrido del agua filtrada por la unión de los ganchos/pestañas de cierre (izquierda) y rastro de filtración por parte baja (derecha).

Finalmente, se monta el dispositivo en un espacio para la observación y futuro registro de la evolución de la estructura del material y el impacto en la planta.



Imagen 255: Montaje para observar la evolución de la planta y el dispositivo.

ACTIVIDAD F2

Desarrollo de la identidad del producto

Tarea F21: Generar mapa conceptual y concepto final

Se extiende la conceptualización de la identidad del material Múlipa incorporando los conceptos asociados al producto y a su descripción. Lo anterior se sintetiza en el mapa conceptual de la siguiente imagen:

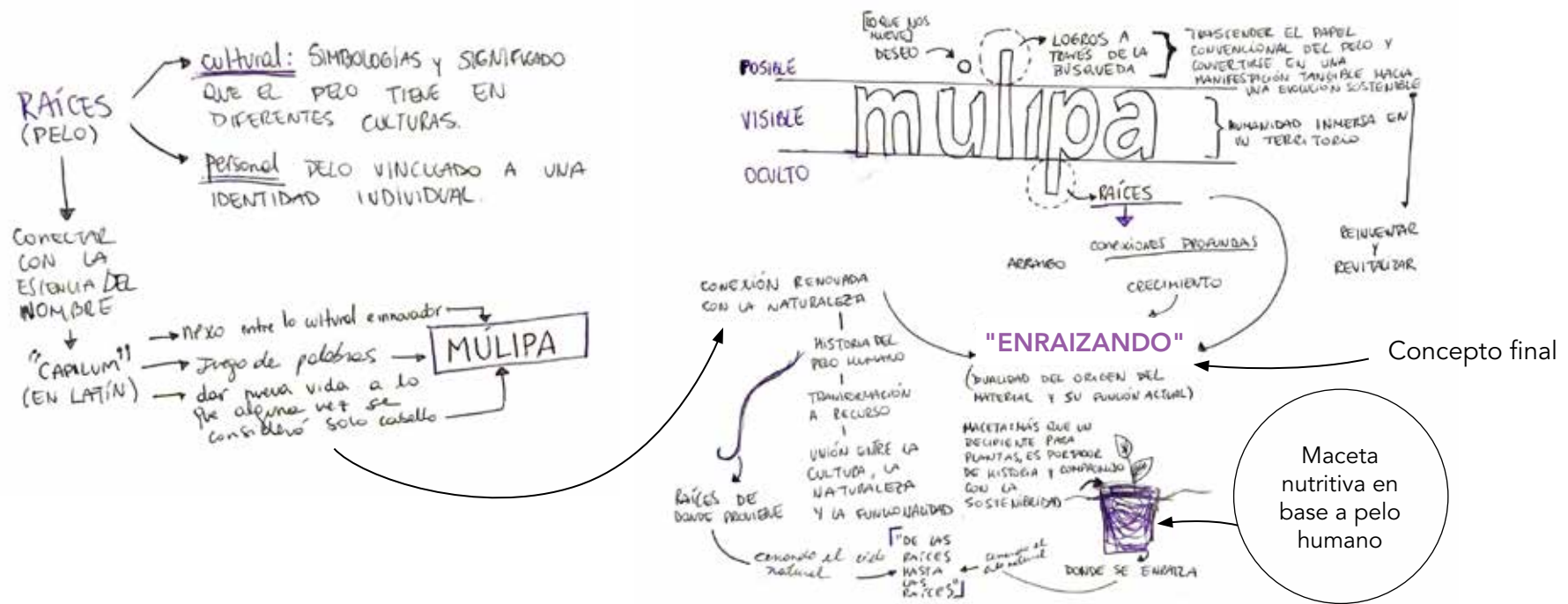


Imagen 256: Mapa conceptual del concepto final asociado al producto

Tarea F22: Desarrollar propuesta formal de logotipo

Se desarrolla una génesis formal desde el concepto ENRAIZANDO, que surge finalmente de la idea que de que las raíces (socioculturales asociadas al pelo) son las que nutren a la planta (a través de sus raíces), esto es «de las raíces hasta las raíces». En la siguiente presenta el proceso de construcción de la propuesta formal:

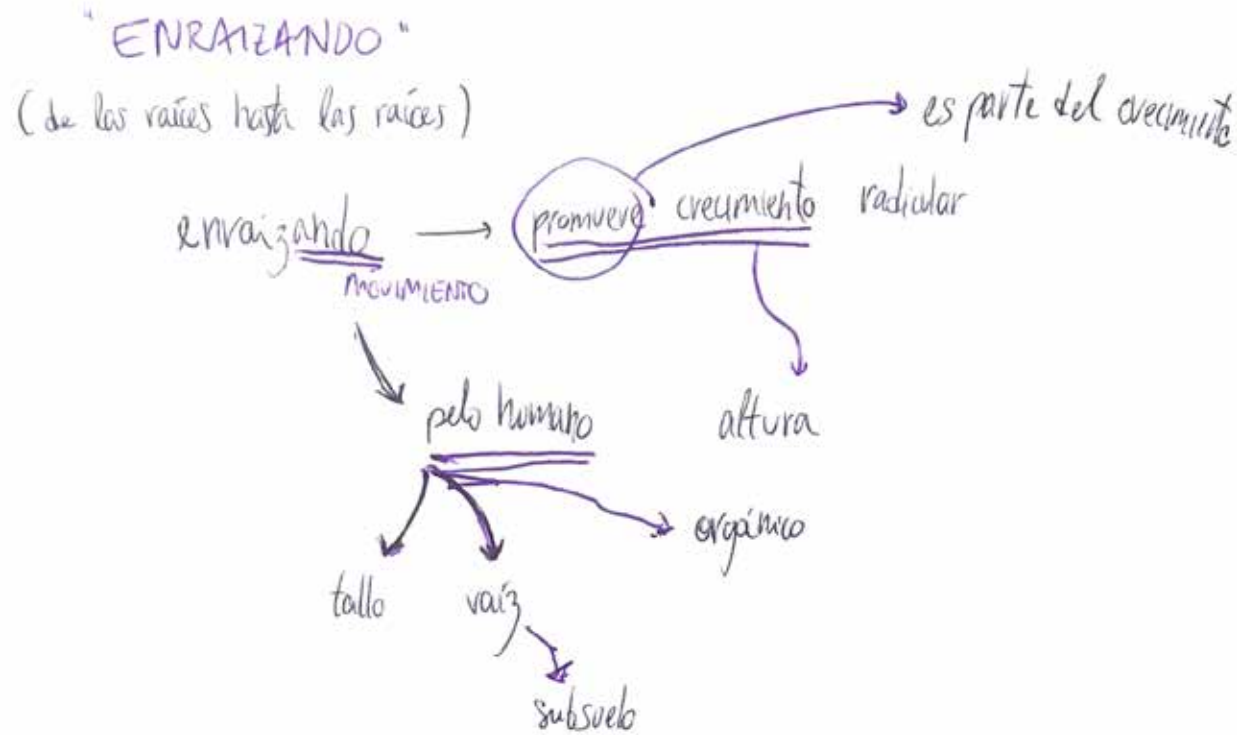


Imagen 257: Esquema para definir formas asociadas al concepto de ENRAIZANDO

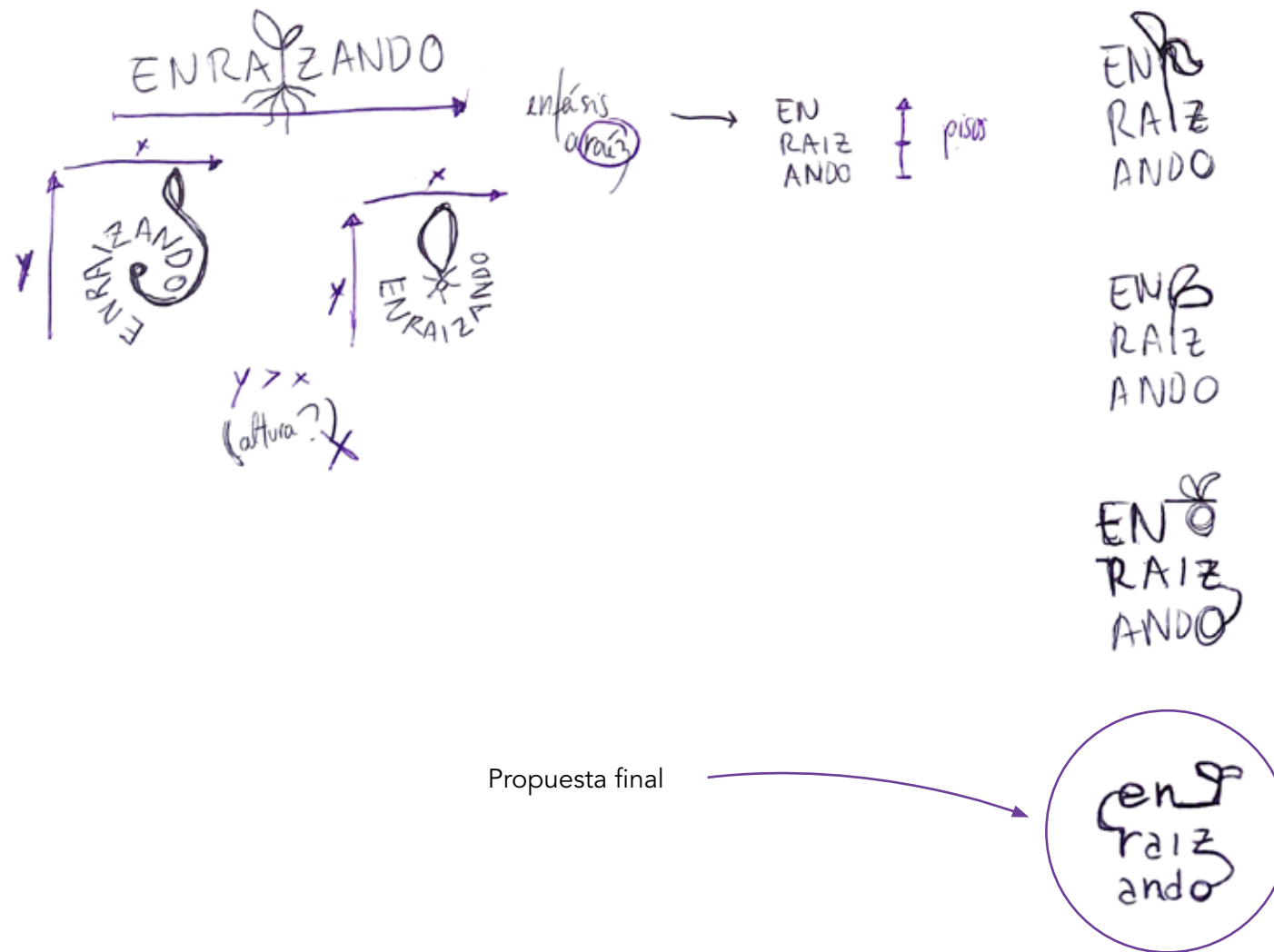


Imagen 258: Proceso de bocetaje para la propuesta final



Imagen 259: Propuesta final para logo en diferentes configuraciones

CONCLUSIONES

Esta investigación se llevó a cabo desde el objetivo principal de resignificar y valorizar el residuo pelo humano, disponible localmente a nivel mundial, mediante el desarrollo de un material compuesto y el diseño de una aplicación para el material. Este objetivo se cumple, logrando desarrollar un material que utiliza el pelo humano como materia prima y que pu

El primer objetivo específico proponía mejorar y caracterizar el material previamente desarrollado por el autor. Este objetivo se alcanza en las etapas A y B, en la cuales se implementan las propuestas de mejora que surgen desde en análisis del flujo de trabajo del material, mejorando la calidad de los resultados y mejorando los procedimientos en términos de eficiencia.

El segundo objetivo específico planteaba generar una identidad para el material a partir de las aristas socioculturales del pelo humano. Este objetivo se alcanzó desarrollando una identidad que toma diferentes conceptos en torno al pelo y considerando conceptos asociados al material.

El tercer objetivo específico se centraba en proponer una aplicación de Diseño basado en las propiedades del material homobiobasado, el cual se logra mediante el desarrollo de un dispositivo para plantas que aprovecha las propiedades técnicas, físicas y perceptuales del material.

Durante el desarrollo de esta investigación se generaron múltiples instancias de discusión y reflexión en torno los residuos y a la importancia de reevaluar la relación que el ser humano tiene con el entorno. Residuos que de una manera u otra impactaron, impactan e impactarán considerablemente en el territorio, y que están siendo utilizados desde diferentes disciplinas para abordarlos desde su gestión, evaluación, exploración e investigación a través de estrategias circulares que promueven una visión biocentrista.

El pelo humano por su lado, presenta características tan únicas como desconocidas, las cuales, en esta investigación, son aprovechadas por el material compuesto homobiobasado para el cuidado y nutrición de una planta. Sin embargo, esta aplicación requiere de más investigación para una implementación apropiada, la cual debe abordar los tipos de suelo, los ciclos naturales de la tierra, los macro y micronutrientes de una planta en particular, entre otro conocimiento necesario para una correcta aplicación.

PROYECCIONES

Se proyecta no solo escalar el dispositivo a una gama de diferentes tamaños, si no que también la posibilidad de plantear una receta modificable en ingredientes, proporciones y configuración, en relación con el tipo de vida vegetal que se quiera cultivar o cuidar.

Por otra parte, se proyecta su uso en las aplicaciones que fueron descartadas a partir de su baja factibilidad, utilizándose como una alternativa al cuero y a textiles no tejidos dentro del mundo de la moda. En las siguientes imágenes se muestra el material utilizado en exterior: para generar sombra y para uso náutico (imágenes 260 y 261 respectivamente).



Imagen 260: Fotomontaje 1, mólipa como textil para sombra
Por: Álvaro Asalgado G.



Imagen 261: Fotomontaje 2, múlipa como textil para uso náutico
Por: Álvaro Asalgado G.

La misma consideración para la proyección agrícola puede aplicarse para el potencial de innovación que se identifica en las aplicaciones de uso en torno al mundo textil relacionado con la moda, cuya implementación puede ayudar a mitigar problemáticas en relación a su alto impacto en el medioambiente.

Finalmente, «La basura de uno es el tesoro de otro», donde la basura no es más que el producto de una mala gestión de los recursos disponibles y los tesoros son los potenciales usos por descubrir. Esta investigación invita a explorar, estudiar, discutir, compartir, cuestionar y manifestar las inquietudes del alma en un proceso reflexivo y continuo por satisfacer la curiosidad.

LISTA DE REFERENCIAS

Abe, M. M., Branciforti, M. C. y Brienzo, M. (2021). Biodegradation of hemicellulose-cellulose-starch-based bioplastics and microbial polyesters. En *Recycling* (Vol. 6, Número 1). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/RECYCLING6010022>

allure. (2018, mayo 17). Women From Three Faith Communities Share How Their Long Hair and Spirituality Are Connected - allure. <https://www.allure.com/story/long-hair-and-religious-spirituality-connection>

Anas, M., Liao, F., Verma, K. K., Sarwar, M. A., Mahmood, A., Chen, Z. L., Li, Q., Zeng, X. P., Liu, Y. y Li, Y. R. (2020). Fate of nitrogen in agriculture and environment: agronomic, eco-physiological and molecular approaches to improve nitrogen use efficiency. En *Biological Research* (Vol. 53, Número 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s40659-020-00312-4>

Anastassakis, K. (2022). Androgenetic Alopecia From A to Z: Vol.1 Basic Science, Diagnosis, Etiology, and Related Disorders. En *Androgenetic Alopecia From A to Z: Vol.1 Basic Science, Diagnosis, Etiology, and Related Disorders* (Vol. 1). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-76111-0>

Armingier, B., Jaxel, J., Bacher, M., Gindl-Altmutter, W. y Hansmann, C. (2020). On the drying behavior of natural oils used for solid wood finishing. *Progress in Organic Coatings*, 148. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2020.105831>

Atacama Biomaterials. (s. f.). Atacama Biomaterials. Recuperado 3 de junio de 2022, de <https://atacama.bio/>

BBC. (2009, octubre 27). Sikhism: Amrit ceremony - BBC. <https://www.bbc.co.uk/religion/religions/sikhism/ritesrituals/amrit.shtml>

Benyus, J. (1997). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature* (1a ed.). Morrow.

Bondar, O. (2018). Wiggy: biodegradable dressing table stool. <https://www.oksanabondar.com/wiggy>

Braungart, M. y McDonough, W. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. North Point Press.

Brebu, M. y Spiridon, I. (2011). Thermal degradation of keratin waste. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 91(2), 288–295. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2011.03.003>

Brust, G. E. (2019). Management Strategies for Organic Vegetable Fertility. En *Safety and Practice for Organic Food* (pp. 193–212). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812060-6.00009-X>

Buffoli, B., Rinaldi, F., Labanca, M., Sorbellini, E., Trink, A., Guanzioli, E., Rezzani, R. y Rodella, L. F. (2014). The human hair: From anatomy to physiology. *International Journal of Dermatology*, 53(3), 331–341. <https://doi.org/10.1111/ijd.12362>

Burgos, A. (2018, noviembre 30). ¿Quieres mejorar el desempeño de tu empresa? La Matriz “Factibilidad-Impacto” te puede ayudar evaluar las iniciativas. <https://www.linkedin.com/pulse/quieres-mejorar-el-desempe%C3%B1o-de-tu-empresa-la-matriz-te-asela-burgos/?originalSubdomain=es>

Butler, S. y Begum, T. (2023, abril 24). Abuses ‘still rife’: 10 years on from Bangladesh’s Rana Plaza disaster. *Rights and freedom*. <https://www.theguardian.com/world/2023/apr/24/10-years-on-bangladesh-rana-plaza-disaster-safety-garment-workers-rights-pay>

Călin, M., Constantinescu-Aruxandei, D., Alexandrescu, E., Răut, I., Doni, M. B., Arsene, M. L., Oancea, F., Jecu, L. y Lazăr, V. (2017). Degradation of keratin substrates by keratinolytic fungi. *Electronic Journal of Biotechnology*, 28, 101–112. <https://doi.org/10.1016/J.EJBT.2017.05.007>

Cavello, I. A., Crespo, J. M., García, S. S., Zapiola, J. M., Luna, M. F. y Cavalitto, S. F. (2015). Plant Growth Promotion Activity of Keratinolytic Fungi Growing on a Recalcitrant Waste Known as “Hair Waste”. *Biotechnology Research International*, 2015, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2015/952921>

ChemicalSafetyFacts.org. (2016, mayo 19). Propiedades y usos de la acetona | Información sobre la seguridad química. Acetona. <https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/acetona/>

Chen, J., Wang, Y., Cao, J. y Wang, W. (2020). Improved water repellency and dimensional stability of wood via impregnation with an epoxidized linseed oil and carnaubawax complex emulsion. *Forests*, 11(3), 1–13. <https://doi.org/10.3390/f11030271>

CNN. (2023, enero 14). Spora Biotech, la startup chilena que produce “cuero vegano” hecho a base de hongos. https://www.cnn-chile.com/especiales/spora-biotech-startup-chilena-que-produce-cuero-hecho-hongos_20230114/

Curran, M. A. (2010). Biobased Materials. En Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology (pp. 1–19). Wiley. <https://doi.org/10.1002/0471238961.biobcurr.a01>

Ditty, S. (2015). Its Time for a Fashion Revolution.

Ebnesajjad, S. (2011). Introduction and adhesion theories. En Handbook of Adhesives and Surface Preparation (pp. 3–13). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-4461-3.10001-X>

Ebnesajjad, S. (2013). Handbook of Biopolymers and Biodegradable Plastics. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2011-0-07342-8>

Ellen MacArthur Foundation. (2017). A new textiles economy: Redesigning fashion’s future. <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>

European Commission, Directorate-General for Energy y Directorate-General for Enterprise and Industry. (2014). Ecodesign Your Future: How Ecodesign can help the environment by making products smarter. <https://doi.org/10.2769/38512>

Gamage, A., Liyanapathirana, A., Manamperi, A., Gunathilake, C., Mani, S., Merah, O. y Madhujith, T. (2022). Applications of Starch Biopolymers for a Sustainable Modern Agriculture. En Sustainability (Switzerland) (Vol. 14, Número 10). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su14106085>

Giaccardi, E. y Karana, E. (2015). Foundations of Materials Experience. Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, 2447–2456. <https://doi.org/10.1145/2702123.2702337>

Global Footprint Network. (s. f.). Glossary. Recuperado 3 de agosto de 2021, de <https://www.footprintnetwork.org/resources/glossary/>

Global Footprint Network, York University y FoDaFo. (2022). Reserve/Deficit CHILE - Open Data Platform. <https://data.footprintnetwork.org/#/countryTrends?cn=40&type=BCpc,EFCpc>

González, C. (2021, diciembre 3). Agropelo: el proyecto que desarrolla planchas de uso agrícola a partir de pelo humano dará un gran impulso en Antofagasta - País Circular. <https://www.paiscircular.cl/consumo-y-produccion/agropelo-el-proyecto-que-desarrolla-planchas-de-uso-agricola-a-partir-de-pelo-humano/>

Gupta, A. (2014). Human Hair “Waste” and Its Utilization: Gaps and Possibilities. *Journal of Waste Management*, 2014, 1–17. <https://doi.org/10.1155/2014/498018>

Iglesias Pérez, L. (2021). El mercado de la moda en Chile.

Jackson, P. (2012). *Structural Packaging: Design your own Boxes and 3D Forms*. Laurence King Publishing.

Juita, Dlugogorski, B. Z., Kennedy, E. M. y Mackie, J. C. (2012). Low temperature oxidation of linseed oil: a review. *Fire Science Reviews*, 1(1). <https://doi.org/10.1186/2193-0414-1-3>

Karana, E., Barati, B., Rognoli, V. y Zeeuw van der Laan, A. (2015). Material Driven Design (MDD): A Method to Design for Material Experiences. *International Journal of Design*, 9(2), 35–54. <http://www.ijdesign.org/index.php/IJDesign/article/view/1965>

Kodama, T. (1989). Study on biocompatibility of titanium alloys. *Kokubyo Gakkai Zasshi*, 56(2), 263–288.

Kollar, Z. (2022). HUMAN MATERIAL LOOP — History of Hair. Human Material Loop. <https://humanmaterialloop.com/history-of-hair/>

Londoño Zapata, O. I. (2015). Discurso y conocimiento: Una mirada a los Estudios Críticos Epistémicos del Discurso Entrevista a Teun

A. van Dijk. *Literatura y lingüística*, 32, 325–338. <https://doi.org/10.4067/S0716-58112015000200017>

Lowe, S. (2016). *Hair*. Bloomsbury Publishing.

Lyle, J. T. (1996). Regenerative Design for Sustainable Development.

Matter Of Trust Chile. (s. f.). Matter Of Trust Chile – Innovación en residuos. Recuperado 20 de septiembre de 2021, de <https://matteroftrustchile.org/>

McKinsey & Company y Global Fashion Agenda. (2020). Fashion on Climate - How the Fashion Industry can urgently act to reduce its Greenhouse Gas Emissions.

Meier, L. (2021). Synthesis Report on United Nations System-wide Initiatives related to Fashion. www.unfashionalliance.org

Migonney, V. (2014). History of Biomaterials. En Biomaterials (pp. 1–10). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119043553.ch1>

Ministère de l'égalité des territoires et du logement. (2012). Arrêté du 19 décembre 2012 relatif au contenu et aux conditions d'attribution du label « bâtiment biosourcé ». JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE, 0299(16). <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000026810976>

Ministerio del Medio Ambiente. (2022a). Ley REP - Economía Circular. <https://economiecircular.mma.gob.cl/ley-rep/>

Ministerio del Medio Ambiente. (2022b). Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente 2021. <https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/06/REMA2021.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente. (2023). Séptimo Reporte del Estado del Medio Ambiente 2022. <https://infogram.com/c-5-residuos-1h1749vgd797q6z?live>

Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Economía, F. y T., Corporación de Fomento de la Producción y Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático. (2021). HOJA DE RUTA PARA UN CHILE CIRCULAR AL 2040. <https://economiecircular.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/07/HOJA-DE-RUTA-PARA-UN-CHILE-CIRCULAR-AL-2040-ES-VERSION-ABREVIADA.pdf>

Mizuta, K., Taguchi, S. y Sato, S. (2015). Soil aggregate formation and stability induced by starch and cellulose. *Soil Biology and Biochemistry*, 87, 90–96. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.04.011>

Muñoz, N. y Pizarro, N. (2021). 2o Consulta Nacional de Discriminación. Informe final. <https://politicaspUBLICAS.uc.cl/publicacion/2o-consulta-nacional-de-discriminacion-informe-final/>

Niaounakis, M. (2013). Biopolymers Reuse, Recycling, and Disposal. En *Biopolymers Reuse, Recycling, and Disposal (Third Edition)*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2012-0-02583-5>

Notten, P. (2020). Sustainability and Circularity in the Textile Value Chain - Global Stocktaking. https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/unep_sustainability_and_circularity_textile_value_chain_1.pdf

Pérez-Pacheco, E., Canto-Pinto, J. C., Moo-Huchin, V. M., Estrada-Mota, I. A., Estrada-León, R. J. y Chel-Guerrero, L. (2016). Thermo-plastic Starch (TPS) - Cellulosic Fibers Composites: Mechanical Properties and Water Vapor Barrier: A Review. En *Composites from Renewable and Sustainable Materials*. InTech. <https://doi.org/10.5772/65397>

Phillips, G. O. y Williams, P. A. (2009). *Handbook of Hydrocolloids (Second Edition)*. Woodhead Publishing.

Randall, V. A. y Botchkareva, N. v. (2009). The Biology of Hair Growth. En *Cosmetic Applications of Laser and Light-Based Systems* (pp. 3–35). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-8155-1572-2.50006-3>

Ratner, B. D. y Zhang, G. (2020). A History of Biomaterials. *Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine*, 21–34. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816137-1.00002-7>

Rigters, M. y Hendry, F. (2016). The Colour of Hair. <https://www.martijnrigters.com/the-colour-of-hair-surfaces>

Robbins, C. R. (2012). *Chemical and Physical Behavior of Human Hair (5th Edition)*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-25611-0>

Rudnik, E. (2019). *Compostable Polymer Materials (Second Edition)*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2012-0-07075-5>

Saha, S., Arshad, M., Zubair, M. y Ullah, A. (2019). Keratin as a Biopolymer. En S. Sharma & A. Kumar (Eds.), *Keratin as a Protein Biopolymer (1a ed., pp. 163–185)*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-02901-2_6

Salcedo Mendoza, J. G., Figueroa Flórez, J. A., Restrepo Medina, C. A., Aguirre Chamorro, J. A. y Paternina Contreras, A. L. (2017). El Almidón. En *Agroindustria de productos amiláceos* (pp. 39–76). Universidad de Sucre.

Sherrow, V. (2006). *Encyclopedia of Hair: A Cultural History* (1a ed., Número 3). Greenwood Publishing Group. <https://archive.org/details/encyclopediaofha0000sher>

Sirohi, R., Singh, S., Tarafdar, A., Reddy, N. B. P., Negi, T., Gaur, V. K., Pandey, A. K., Sindhu, R., Madhavan, A. y Arun, K. B. (2021). Thermoplastic starch. En *Biomass, Biofuels, Biochemicals* (pp. 31–49). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821888-4.00011-3>

Stahel, W. R. (2020). History of the Circular Economy. *The Historic Development of Circularity and the Circular Economy*. En S. Eisenriegler (Ed.), *The Circular Economy in the European Union* (pp. 7–19). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50239-3_2

Steffen, D. (2010). Design Semantics of Innovation. En Susann Vihma (Ed.), *Design Semiotics in Use* (pp. 82–110).

Stupenengo, F. (2011). Materiales compuestos. En *Materiales y materias primas* (pp. 1–27).

Textile Exchange. (2022). Preferred Fiber & Materials Market Report 2022. https://textileexchange.org/app/uploads/2022/10/Textile-Exchange_PFMR_2022.pdf

Tisserat, B. y Stuff, A. (2011). Stimulation of Short-term Plant Growth by Glycerol Applied as Foliar Sprays and Drenches under Greenhouse Conditions. En *HORTSCIENCE* (Vol. 46, Número 12).

Varghese, G. M., V, A. M., Jomichan, A. y Manaf, A. (2017). Human Hair Fibre Reinforced Concrete. *International Journal of Engineering Research and*, V6(03), 460–465. <https://doi.org/10.17577/IJERTV6IS030528>

Vassilev, N., Malusa, E., Requena, A. R., Martos, V., López, A., Maksimovic, I. y Vassileva, M. (2017). Potential application of glycerol in the production of plant beneficial microorganisms. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 44(4–5), 735–743. <https://doi.org/10.1007/s10295-016-1810-2>

Vega G., A., Ampuero C., N., Díaz N., L. y Lemus M., R. (2005). EL ALOE VERA (ALOE BARBADENSIS MILLER) COMO COMPONENTE DE ALIMENTOS FUNCIONALES. *Revista Chilena de Nutrición*, 32(3). <https://doi.org/10.4067/S0717-75182005000300005>

Verma, A. y Singh, V. K. (2016). Human Hair: A Biodegradable Composite Fiber—A Review. *International Journal of Waste Resources*, 6(2), 2–5. <https://doi.org/10.4172/2252-5211.1000206>

Waliczek, T. M., Drewery, M., McMoran, A., Eriksen, M. y Hale, J. (2021). Assessing the Quality of Compost Produced from Human Hair and Pet Fur Waste. *Compost Science and Utilization*, 29(3–4), 57–64. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2023.2167749>

World Wildlife Fund Chile. (2021, julio 27). Claves para entender el sobregiro ecológico de la Tierra. <https://www.wwf.cl/?368270/Claves-para-entender-el-sobregiro-ecologico-de-la-Tierra>

Wypych, G. (2017). INTRODUCTION. En G. Wypych (Ed.), *Handbook of Plasticizers* (Third Edition, pp. 1–6). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-1-895198-97-3.50003-2>

Yang, W., Yu, Y., Ritchie, R. O. y Meyers, M. A. (2020). On the Strength of Hair across Species. *Matter*, 2(1), 136–149. <https://doi.org/10.1016/j.matt.2019.09.019>

Ye, J. Y., Tian, W. H. y Jin, C. W. (2022). Nitrogen in plants: from nutrition to the modulation of abiotic stress adaptation. En *Stress Biology* (Vol. 2, Número 1). Springer. <https://doi.org/10.1007/s44154-021-00030-1>

Zheljazkov, V. D., Silva, J. L., Patel, M., Stojanovic, J., Lu, Y., Kim, T. y Horgan, T. (2008). Human Hair as a Nutrient Source for Horticultural Crops. *HortTechnology*, 18(4), 592–596. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.18.4.592>

ANEXOS

1. Entrevista a Pedro Mege Rosso y Carta de consentimiento informado
2. Resultados de Encuesta de percepción del pelo humano (Chile)
3. Plantilla de Maceta nutritiva en base a pelo humano Enraizando

Pauta de entrevista a Pedro Mege Rosso [Director del Centro de Estudios Interculturales e Indígenas de la UC (CEIIR)] sobre pelo humano

Preguntas

1. El pelo humano tiene un rol constitutivo en la identidad de las personas y a lo largo de la historia, a este se le atribuye una gran carga simbólica, siendo reconocido y utilizado en todas las culturas bajo diversas costumbres y tradiciones. Desde lo simbólico, ¿de qué manera se ha utilizado el pelo humano en las culturas latinoamericanas y cómo ha ido evolucionando su uso, o significado, hasta la última década?
2. ¿cómo se compara esta evolución a otros continentes?
3. ¿cómo es el panorama en el territorio chileno?, ¿existen culturas indígenas en las cuales el pelo tenga, o prevalezca con un rol marcado?, si es así ¿qué prácticas se relacionan a este rol y cuál es su simbología?
4. Si en la actualidad no existen, ¿hubo culturas indígenas en el territorio chileno donde el pelo poseía una carga simbólica? ¿cuáles fueron las prácticas y que simbologías se le asocian?

Transcripción de Entrevista a Pedro Mege Rosso

– INICIO ENTREVISTA –

[Entrevistador] El pelo humano tiene un rol constitutivo en la identidad de las personas y a lo largo de la historia, a este se le atribuye una gran carga simbólica, siendo reconocido y utilizado en todas las culturas bajo diversas costumbres y tradiciones. Desde lo simbólico, ¿de qué manera se ha utilizado en pelo humano en las culturas latinoamericanas y cómo ha ido evolucionando su uso, o significado, hasta la última década?

[Pedro] Tenemos una tradición grecolatina, mediterránea, muy fuerte. Después tenemos tradición semita, muy fuerte, que tiene que ver todo el mundo hebreo y todo el mundo musulmán. Después tenemos tradición americana, estoy siendo super simplista. Y por último tenemos la penetración afro, lo que te arma un complejo muy sofisticado del tratamiento del pelo. Tenemos estas 4 tradiciones, por mencionar las más importantes, que confluyen en Latinoamérica y por eso la cantidad de soluciones que ves de pelos son enormes a diferencias de otras culturas donde está mucho más estandarizado. Si tú eres hebreo, por ejemplo, fundamentalista y eres mujer, tienes que afeitarte, no puedes mostrar pelo. Eso es así, y si se ve en público un mechón de tu pelo, es como para nosotros salir empelota a la calle. Acá tenemos un mix de todas estas tradiciones, lo que hace terriblemente complejo decir que hay una clara expresión del pelo latinoamericano. Está lo afro, está lo semita, está lo grecolatino y está lo americano, entonces la mezcla es mucho. O, mejor dicho, los tenía casi todos, y últimamente la incursión de lo asiático, lo japonés. Uno lo ve en chicas y hombres. Los pelos coreanos también están llegando a Chile muy fuertemente. Entonces, ¿cuál es la cultura del pelo en Latinoamérica? Ocho tomos.

[Entrevistador] ¿cómo se compara esta evolución a otros continentes?

[Pedro] El cómo se comporta en otros continentes tiene que ver con la estabilidad del patrón. Ya vimos el caso judío muy claramente, y el de los coreanos, en ellos los pelos son súper estandarizados y tienen un margen muy pequeño. Nosotros somos mucho más libres te fijai, igual en Europa occidental. Entonces ciertas culturas son muy estrictas con el pelo. En América indígena, el acto de la mujer andina de no usar trenzas era, o sea, tú tenías que tener tus dos trenzas, de lo contrario, algo andaba muy mal, o te habían castigado. Otro tema muy importante antes que se me olvide es la locura ¿Cómo distingues a un weón loco?

[Entrevistador] Desde lo popular, tiene relación con el pelo desastroso, más desordenado, que no sigue ningún patrón.

[Pedro] ¡Precisamente! ¡El weón está loco! [risas] Entonces, es un símbolo diagnóstico de los histéricos, una persona que se le movió un pelo y ya lo notaste agobiado. El neurótico, el deprimido, estoy siendo muy simplista, y el loco, que tú te das cuenta que atacó su pelo, entonces se le ve un tijeretazo. Entonces locura y pelo es fundamental como síntoma y perfil psicológico.

El hippie, el revolucionario... el estado psicológico que se infiltra en su pelo, es muy importante, fundamental. Los artistas lo saben muy bien.

[Entrevistador] En el cine se nota mucho como explotan todas esas características para darle énfasis a ciertos personajes.

[Pedro] Exactamente. Entonces es muy importante la locura. No solo tú puedes diagnosticar si es más neurótico, si es más depresivo, si es más maniaco, sí que se yo, si es fóbico, sino que también... tú lo ves, ves su pelo y dices ¡jepa! atento con este personaje porque se pegó un tijeretazo acá. Y la gente ataca su pelo. En las culturas semitas, tú te arrancas el pelo cuando estas en un estado de locura.

El pelo es un temazo y no solo te constituye tu identidad, sino que es diagnóstico de tu estado clínico. Si tienes una psicopatología, el pelo seguro que acierta.

[Entrevistador] ¿cómo es el panorama en el territorio chileno?, ¿existen culturas indígenas en las cuales el pelo tenga, o prevalezca con un rol marcado?, si es así ¿qué prácticas se relacionan a este rol y cuál es su simbología?

[Pedro] En términos indígenas, tienes el mundo andino donde las mujeres necesariamente está la trenza y todo lo que es el trenzado. Después tienes en el mundo mapuche, la divinidad central de la femineidad es una mujer, es una diosa que baja del cielo y tiene el pelo como arcoíris. Esta divinidad que baja del Wenu Mapu y viene con el pelo como un arcoíris fantástico, es la que introduce el color en el mundo. Es decir, el color para los mapuche son pelos de color y por eso la relación con el textil. Pelo y color son la misma cuestión, y por eso ellos siempre, las mujeres, si tú te fijas, se ponen mucho color en el pelo. Siempre está el arcoíris, el paño y seda, estas tiras de colores que se ponen es una invocación y una memoria a esa diosa que baja del cielo con los colores en su pelo. Para ellos entonces el pelo es color y luz.

[Entrevistador] ¿Y eso está entonces más asociado a la mujer, más que al hombre?

[Pedro] Totalmente, claro. El pelo es un dominio de lo femenino. Ahí está la carga más fuerte simbólicamente.

El mundo Rapa Nui ahí sufrió un cambio muy drástico porque viene el influjo tahitiano, pero los rapa usaban el pelo rojo. Teñido de rojo. Era muy característico, ellos enteros tatuados de azul, con sus plumas y con el pelo rojo, era muy impresionante.

Entrevistador] Entonces en términos del pueblo mapuche, esta deidad que da los colores al mundo, eso se ha mantenido históricamente entonces dentro de su cosmovisión

[Pedro] Si, absolutamente. Eso es una tradición, es un mito, es parte de su religiosidad donde la mujer es la que domina los colores y están asociados al pelo. Viene esta divinidad, esta diosa con este pelo, imagina en vez de pelo, arcoíris que es pelo, que es arcoíris, que es luz, es muy bonito el mito. Y claro los andinos tienen esta cosa del trenzar, el trenzar, el pelo, trenzas siempre. Y afro bueno, ahí ya es otro cuento y tienes todas estas soluciones inimaginables, se ha escrito mucho, hay mil publicaciones sobre el pelo afro. Inclusive ellos

se construían, los cimarrones, los negros que se escapaban, el mapa para escaparse se lo cortaban en el pelo.

[Entrevistador] Si, en Colombia en el siglo 17, no recuerdo el nombre, pero un rey africano creo esta red con un código oculto con las trenzas de los pelos, de las mujeres particularmente, y así pudieron escapar, se informaban cosas, escondían ciertas semillas para poder plantar una vez escaparan. Es bien interesante ese tema.

[Pedro] Si, es un temazo, ahí tenía como para 500 libros.

[Entrevistador] Si en la actualidad no existen, ¿hubo culturas indígenas en el territorio chileno donde el pelo poseía una carga simbólica? ¿cuáles fueron las prácticas y que simbologías se le asocian?

[Pedro] En el mundo indígena, claro, como te digo, el pelo nunca corto. Cortar el pelo es un acto imposible, te fijai. Sin pelo, no, ahí la cosa no funciona. Está el pelo relacionado a la luna, muy importante. Tu pelo se comporta, como todo lo vivo, en relación a los ciclos lunares, o sea, tú no puedes cortarte el pelo en menguante, no, siempre en creciente. Y ahí nuevamente esta presencia del pelo como lo femenino al estar asociado a la luna, en todo el mundo andino. Luna-pelo es algo muy generalizado.

[Entrevistador] Y algunas culturas quizá más antiguas que han ido desapareciendo o su población ha ido disminuyendo, ¿también tenían que ver con esta relación del pelo con lo espiritual y con ciertas deidades? Por ejemplo, no sé, azteca, quechua, selknam.

[Pedro] Si, claro. Y ahí, por lo general, están los seres de la luz que siempre con tocados muy ordenados, con trenzas, amarras de todo tipo. Están por lo general las divinidades de la oscuridad que una de sus características es no tener orden en el pelo...

[Entrevistador] La locura [risas]

[Pedro] ¡La locura! De hecho, los brujos y brujas por lo general tienen un pelo, así como al lote. Siempre a las brujas Walt Disney las pone así como chasconcitas.

[Entrevistador] Bueno lo último es de alguna forma, eran palabras para plantear otras conversaciones, que es un poco lo que hemos estado haciendo... hay antecedentes y un poco para darle ese énfasis que me mencionaba al principio, que de alguna forma el pelo siempre se ha utilizado para dañar la imagen, desde, para perseguir, para castigar, para hacer muchas cosas, que es algo que me llama mucho la atención y hoy en día también se pueden ver en cosas menores. Recuerdo cuando entré a la U, hace años, cuando existía esto del mechoneo.

[Pedro] Claro. Ahí bueno tú tienes un mundo enorme. El mechoneo... es muy importante ya que en todas las culturas tirar el pelo es un acto muy violento. Tirarle el pelo a alguien puede ser mucho más violento que empujar o pegar. Está tan cargado simbólicamente que tirar el pelo y mechonear, tiene que ver con eso, es muy agresivo, muy violento. Es esa pobre persona desprotegida que llega a la universidad asustado y tú más encima le tirai el

pelo, lo cortai, es una agresión fantástica, súper cruel. Fue super inteligente elegir la palabra. El que eligió la palabra era un genio de la simbología [risas] total. Esa persona dijo ¿cómo me cago a esta persona? Le corto el pelo, ahí lo cago pero mal».

Después, aparecen expresiones muy bonitas como echarle pelo a la sopa, por ejemplo. Es tan fuerte el símbolo del pelo que un pelo en la sopa es muy perturbador, está tan cargado simbólicamente el pelo, que si tú en la comida ves pelo es una muy impresionante. Pero tu decí «oye, pero si es un pelito no más». Bueno, la gente dice ¡HEY! hay un pelo en la sopa». No es por el pelo, es por la carga simbólica que tiene el pelo.

[Entrevistador] Bueno, las primeras preguntas eran particularmente de territorio, pero más que nada, me interesaba como sucede esta carga simbólica y entender como desde el mestizaje, y desde muchas partes que han llegado acá a Latinoamérica, me parecía muy importante poder aterrizarlo. Dentro de lo que pude investigar creo que hay poco conocimiento de lo que es territorio nacional o quizá, no de un acceso tan fácil.

[Pedro] Otro tema muy importante, que hemos estudiado muchos los antropólogos y los psicoanalistas, es lavar el pelo. ¿Cuándo te lo lavas? ¿cuándo no te lo lavas? Te fijas, ¿en qué situación se lava? ¿Dónde te lo lavas? Es un tema infinito, podríamos estar una semana hablando [risas] de cuándo te lavas, qué usas para lavarte el pelo y también, tienes el tema del lavado, que es muy importante. Piensa la cantidad de champú que hay, tú vas a la farmacia y hay 40 champú, de todos colores, super caros, super baratos. Tu decí están locos porque lavarse el pelo es un símbolo es super fuerte, muy potente, o no lavárselo. Y, por último, el olor a pelo, ¿Qué olor eliges tú para tu pelo? Eso todas las culturas eligen un olor para tu pelo, o jazmín, lavanda o si eres que se yo, un ganadero de sudan y eres masái, te pones una capa de grasa de vaca y eso es lo más sexi que hay. Y si tú eres yagan, grasa de foca, un olor exquisito. Para nosotros algo espantoso, pero para ellos, la grasa de foca te protege del agua, o de ballena, para ellos es un símbolo de abundancia, pero para los occidentales el olor era... te dolía. Entonces cada pelo tiene su olor, eso es muy importante, el lavado y qué olor elige la cultura para ponerle a su pelo. Nosotros siempre elegimos olores florales, más o menos.

[Entrevistador] En ese sentido hay harta influencia desde India, allá también son muy preocupados del pelo. Ellos poseen el mercado del pelo prácticamente a nivel, desde compra y exportación de pelo.

[Pedro] En la India olvídate, ahí sí que estamos 3 días hablando. Ahí podrías hacer una investigación de varios siglos de todas las religiones y costumbres, qué hacen con sus pelos, que asociaciones tienen a diferentes divinidades. Si, no... la India es infinito el tema. Y por último eso de usar el pelo como materia prima, estas tú con una carga muy potente. Cuando los alemanes, en la segunda guerra mundial, empezaron a usar el pelo humano para los cables de los submarinos, que era lo único que podía resistir esa tensión, fue toda una onda. «Pero cómo ¿pelo humano?» En fin, estás con una materia prima que está hirviendo simbólicamente.

[Entrevistador] Si! De hecho, actualmente, Zsofia Kollar trabaja con pelo humano, hace chalecos a un nivel de producción muy alta y dentro de los comentarios en sus RRSS, aparecen varias personas haciendo alusión a esa época, como "los nazis utilizaban pelo de

las personas que mataban, de los campos de concentración, entonces, cuál es lo diferente” y bueno, claramente hay muchas cosas diferentes, pero hay muchas cosas que el pelo evoca y provoca en personas con otro contexto histórico.

[Pedro] Espero haberte podido ayudar y que te vaya bien, tienes un tema precioso que es interesante de reflexionar te fijes. Piensa tú ahora con la llegada de los venezolanos la cantidad de barberías que se han puesto y todo el tema pelo.

[Entrevistador] Bueno igual, por eso un poco hablaba, de alguna forma, esta identidad a través del pelo se ha ido modificando, o al menos en los hombres, en la barba y corte de pelo.

[Pedro] Uffff totalmente. Cuando yo era adolescente, había tres cortes de pelo, a lo colegial, a lo no sé qué y a lo hippie [risas]. Pero ahora tu veí una diversidad de cortes, teñidos pa allá, pa acá, cortados acá, pa todos lados. Impresionante. Temazo.

– FIN ENTREVISTA –

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo PEDRO MEGER, RUT 7.044.540-9 declaro que se me ha explicado que mi participación en el estudio sobre **"Desarrollo de un material homo-bio basado a partir de pelo humano"** consistirá en responder una entrevista que pretende aportar al conocimiento, comprendiendo que mi participación es una valiosa contribución desde la opinión experta en temáticas socio culturales.

Acepto la solicitud de que la entrevista sea grabada en formato de audio para su posterior transcripción y análisis, a los cuales podrá tener acceso parte del equipo docente de la carrera de Diseño de la Universidad de Chile, que guía la investigación.

El investigador Responsable, Álvaro Asalgado Gómez, se ha comprometido a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo o cualquier otro asunto relacionado con la investigación.


Asimismo, el investigador me ha informado de que en el caso de que el producto de este trabajo se requiera mostrar, de manera parcial o en su totalidad, al público externo (publicaciones, congresos y otras presentaciones), se solicitará previamente mi autorización.

Por lo tanto, como participante, acepto la invitación en forma libre y voluntaria, y declaro estar informado de que los resultados de esta investigación serán presentados como parte de la Memoria de Título del investigador.

He leído esta hoja de Consentimiento y acepto participar en este estudio según las condiciones establecidas.

Santiago, a 04 de 05 de 2023


Firma Participante

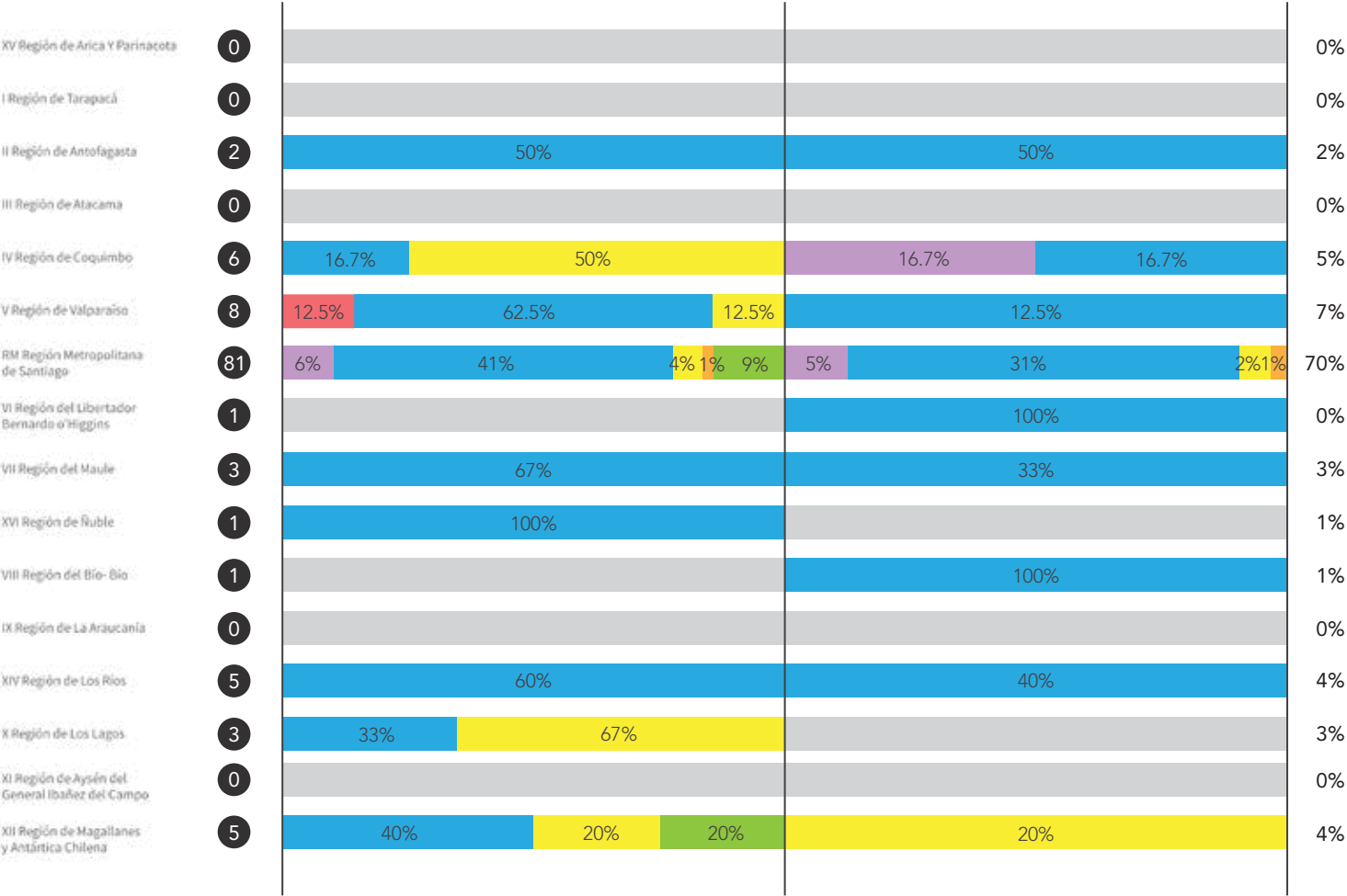

Firma Investigador

Resultados encuesta sobre percepción del pelo humano (Chile)

Encuestados 116

femenino
74
64%

masculino
42
36%



Menor a 18 años

1

18 a 24 años

5 6

25 a 34 años

49 32

35 a 44 años

10 3

46 a 54 años

1 1

Mayor a 54 años

8

Ocupación



*Se consideran ocupaciones relacionadas. Ejemplo: Ing Comercial se considera Ingenierías, Diseño Industrial se considera Diseño.

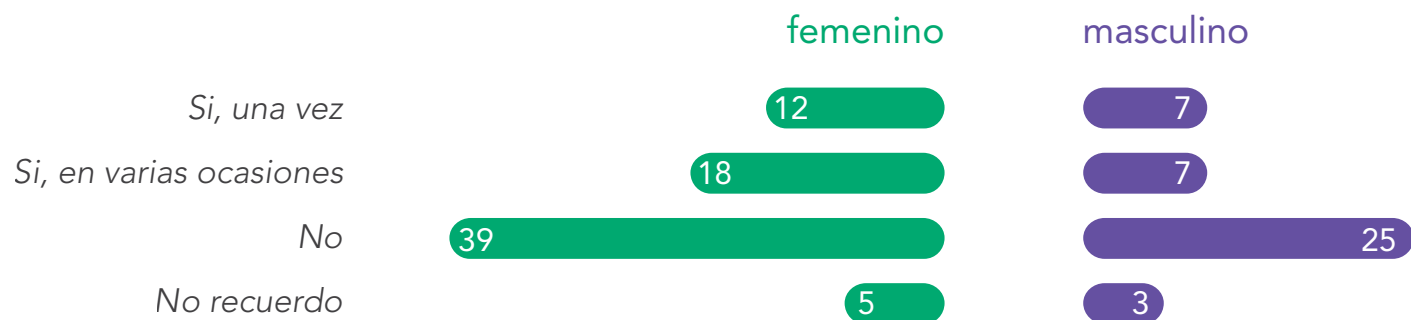
¿Qué rol cumple el pelo en tu vida?*



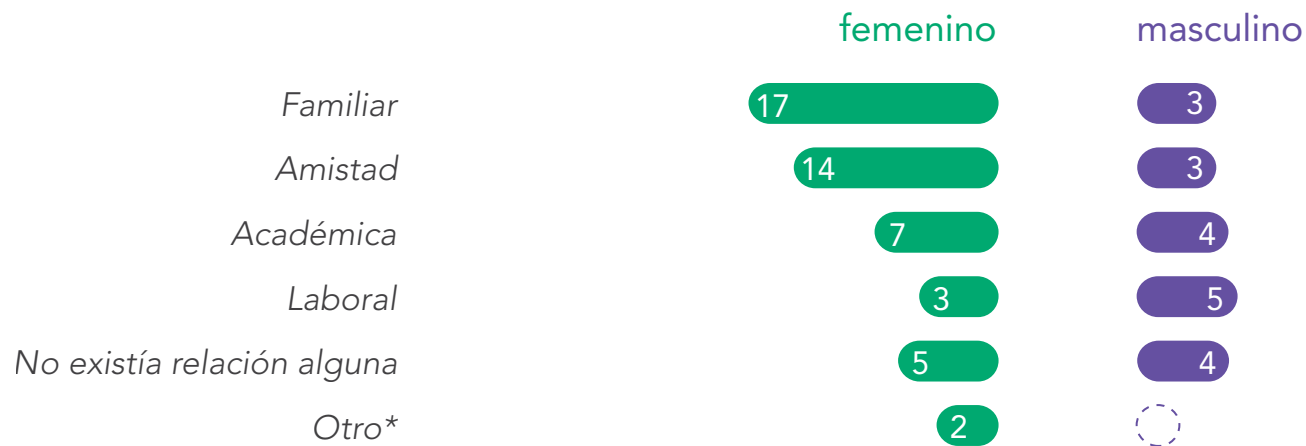
Identitario	46
Estético	39
Protector	22

*Los resultados se muestran en una nube de palabras de los conceptos que más se repiten en las respuestas de los encuestados. Estos conceptos son agrupados según similitud y se utiliza el con mayor frecuencia: identidad se agrupa con identitario e identidad aparece con menor frecuencia en las respuestas. El valor que se indica corresponde a la cantidad de apariciones que se expresan en las respuestas.

¿Te has sentido discriminadx por tu cabello o vello corporal?

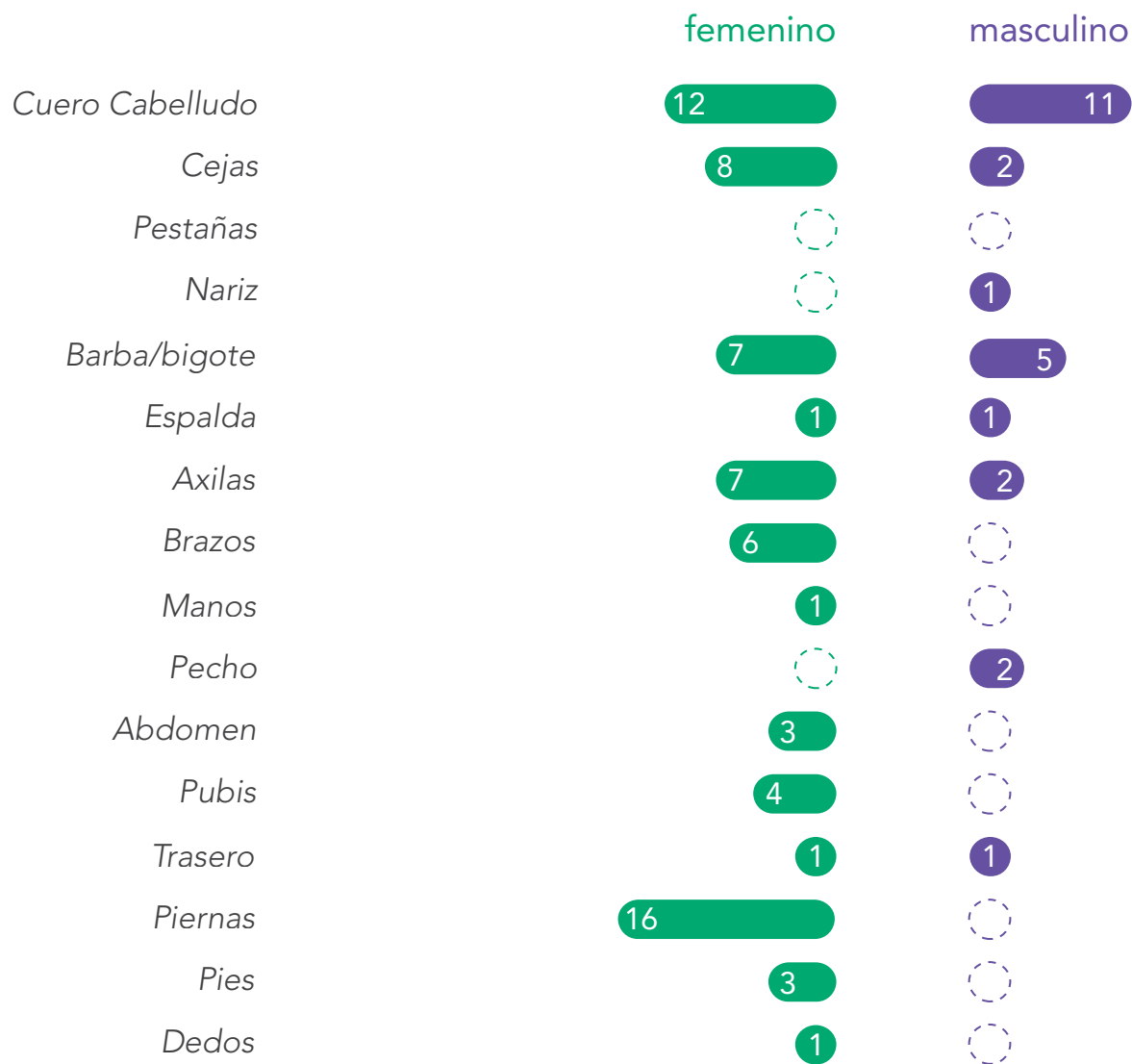


¿De qué tipo de relación vino la discriminación?



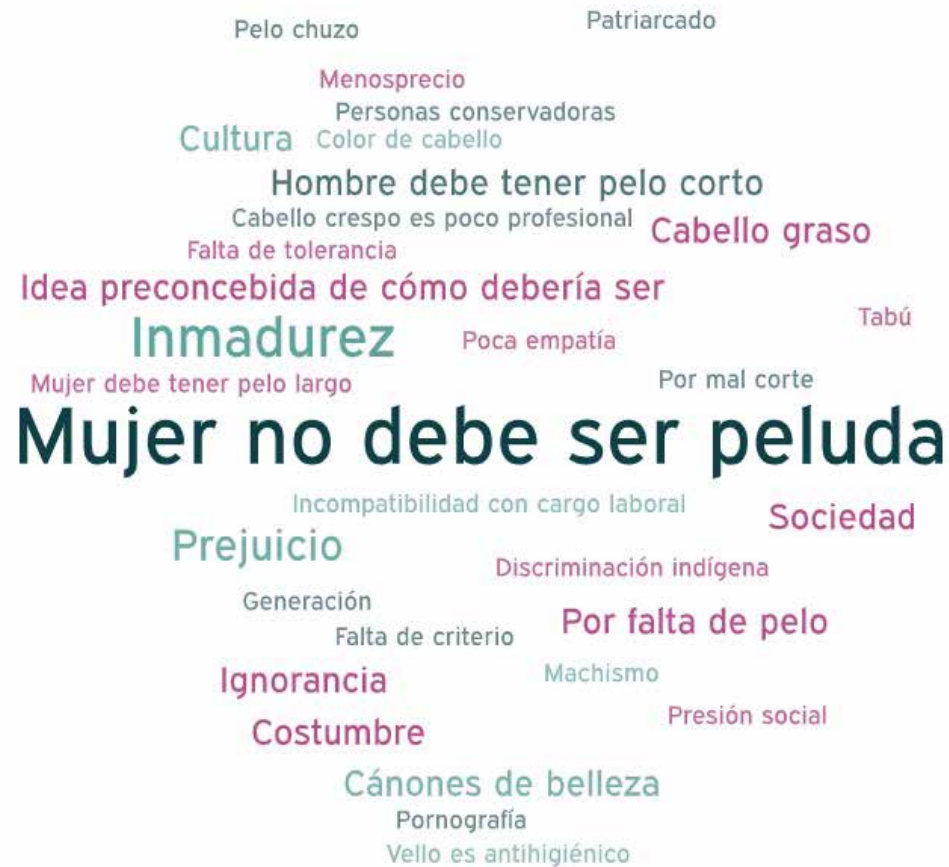
*En esta categoría los encuestados describen escolar y pareja

¿Cuál parte de tu cuerpo fue/es discriminada por su vello/pelo?



OPCIONAL

¿Por qué crees que sucedió esta situación?*



Mujer no debe ser peluda 10

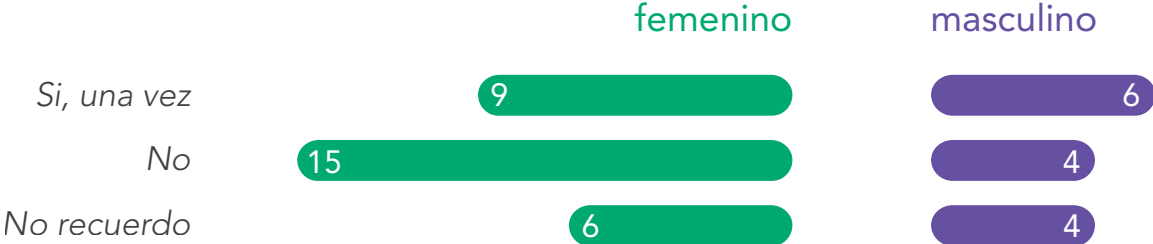
Inmadurez 5

Prejuicio 3

*Los resultados se muestran en una nube de palabras de las razones que más se repiten en las respuestas de los encuestados. Estas razones fueron agrupadas según similitud y el valor que se indica corresponde a la cantidad de apariciones que se expresan en las respuestas.

OPCIONAL

¿Crees que has discriminado a otra persona por su pelo o vello corporal?



Menciona 3 palabras que se te vienen a la mente al leer (o escuchar) la palabra «PELO»



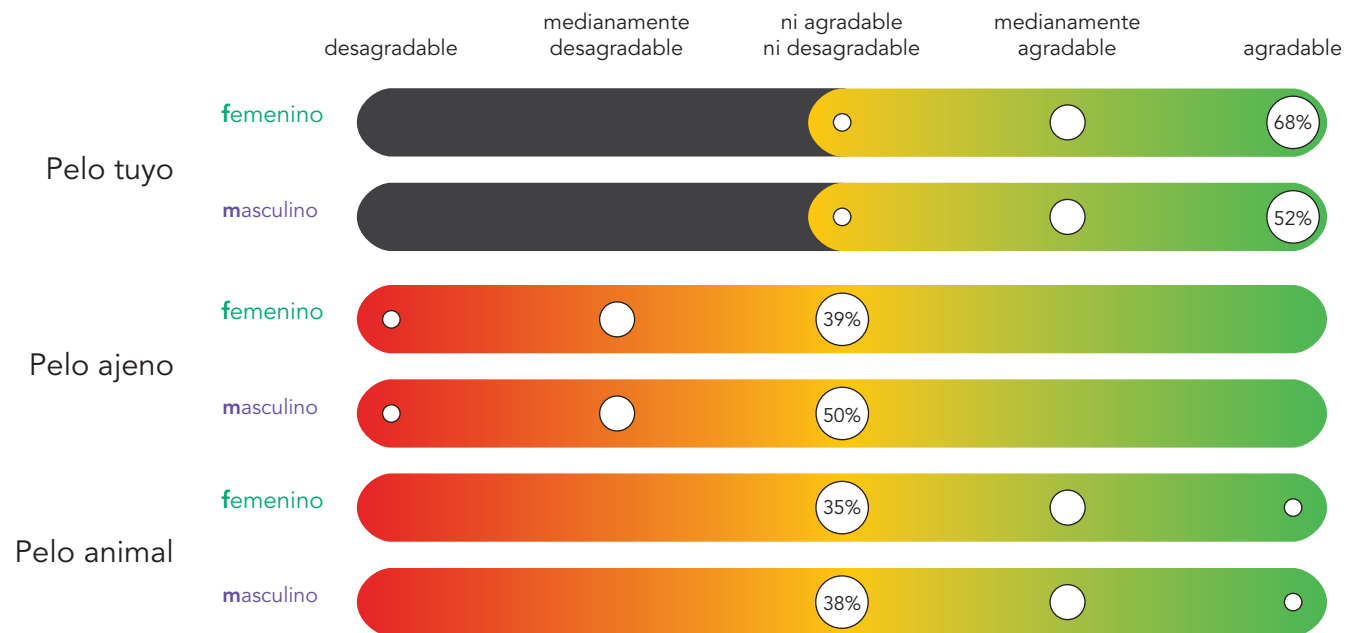
Largo	23	19	4
Sedocidad	14	13	1
Brillante	13	11	2
Cuidado	13	7	6

Indica que tan agradable o desagradable te parece el pelo según pertenencia:

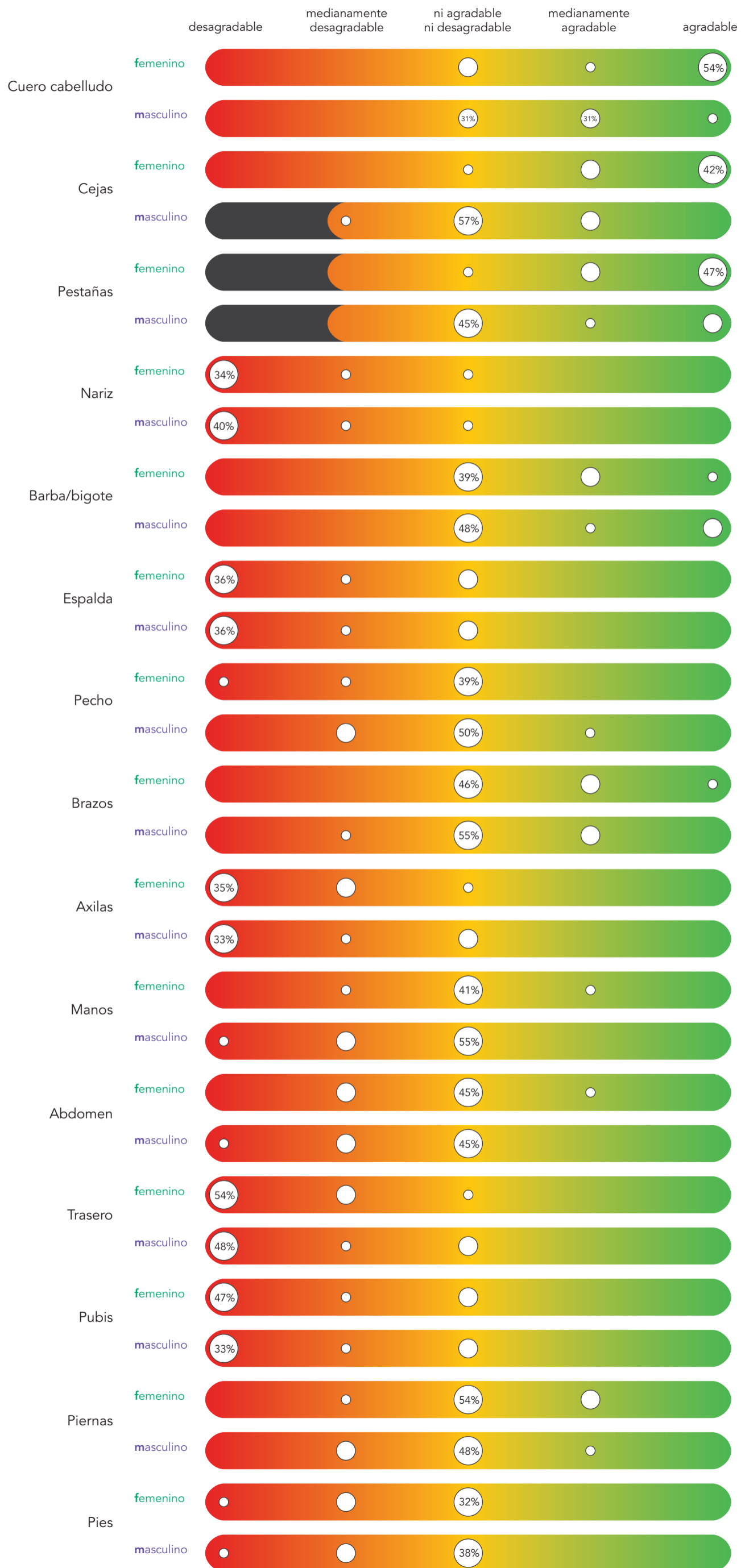
Los encuestados deben indicar que tan agradable o desagradable les parece el pelo según cierto contexto y marcando solo uno de los siguientes niveles:



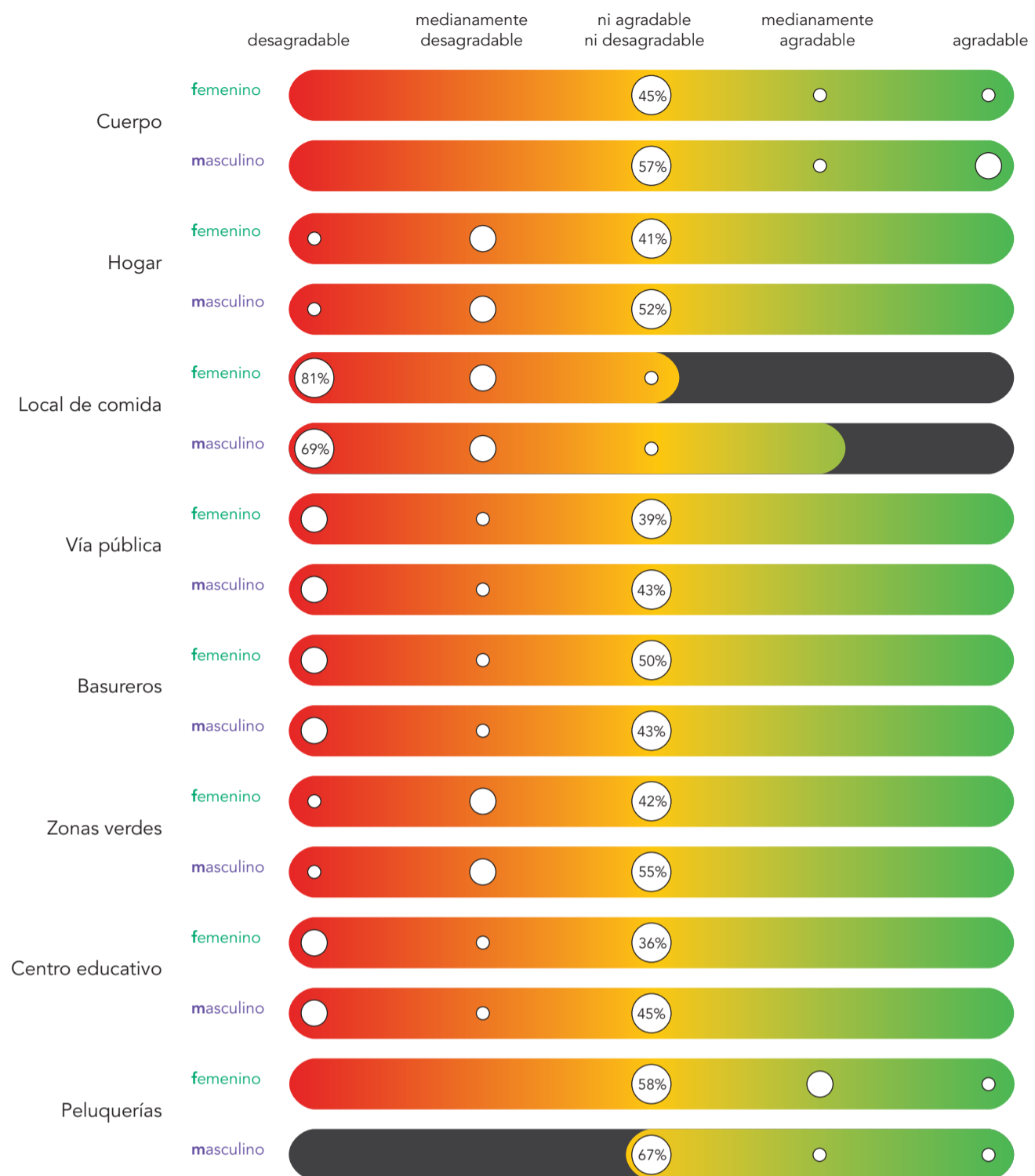
Los resultados se expresan en una gradiente de color rojo, amarillo y verde. Los resultados se separan según género y se exponen los 3 niveles más frecuentes, indicando el porcentaje del más frecuente. Si un nivel no presenta registro, este se muestra en gris.



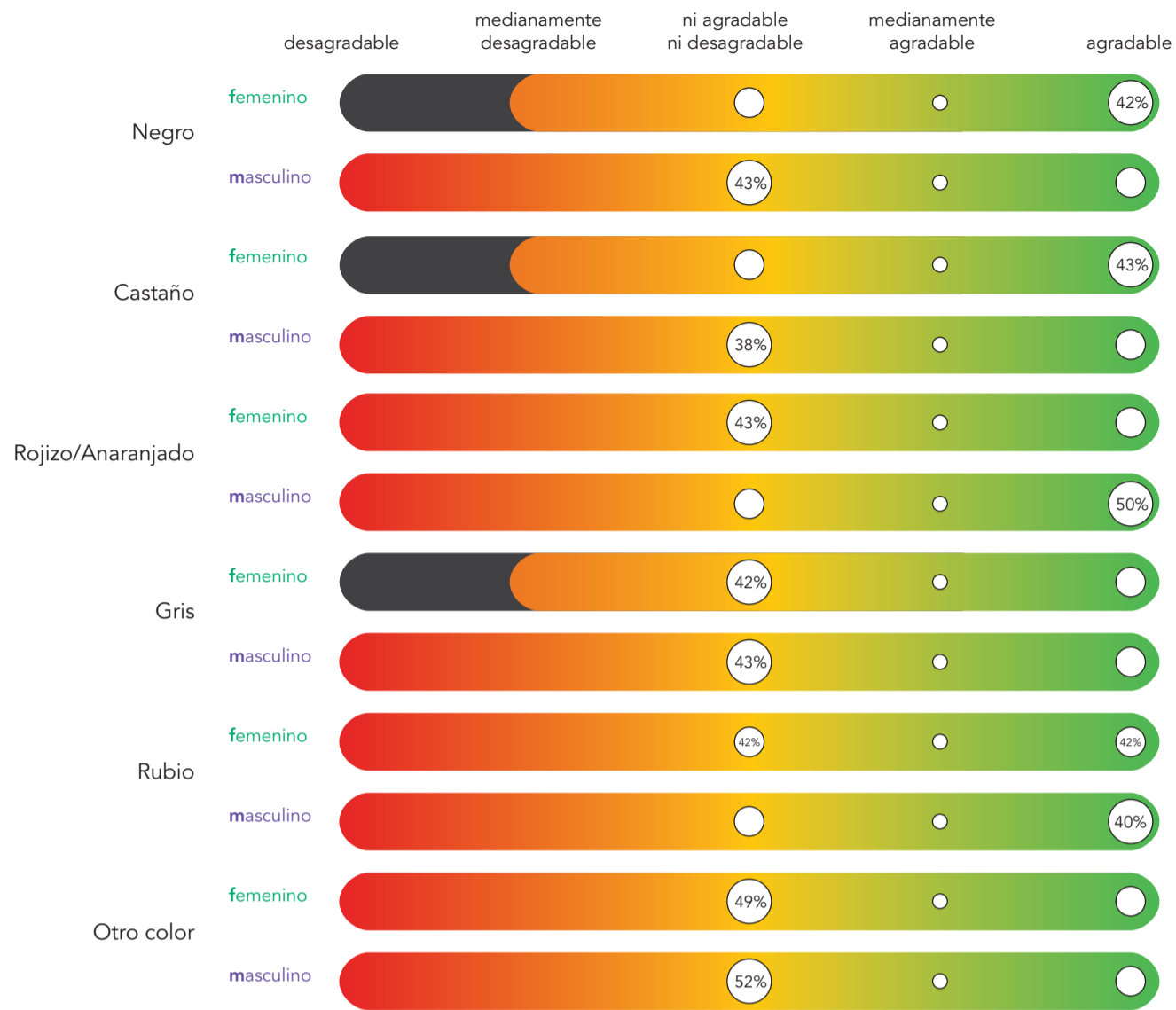
Indica que tan agradable o desagradable te parece el pelo según zona del cuerpo:



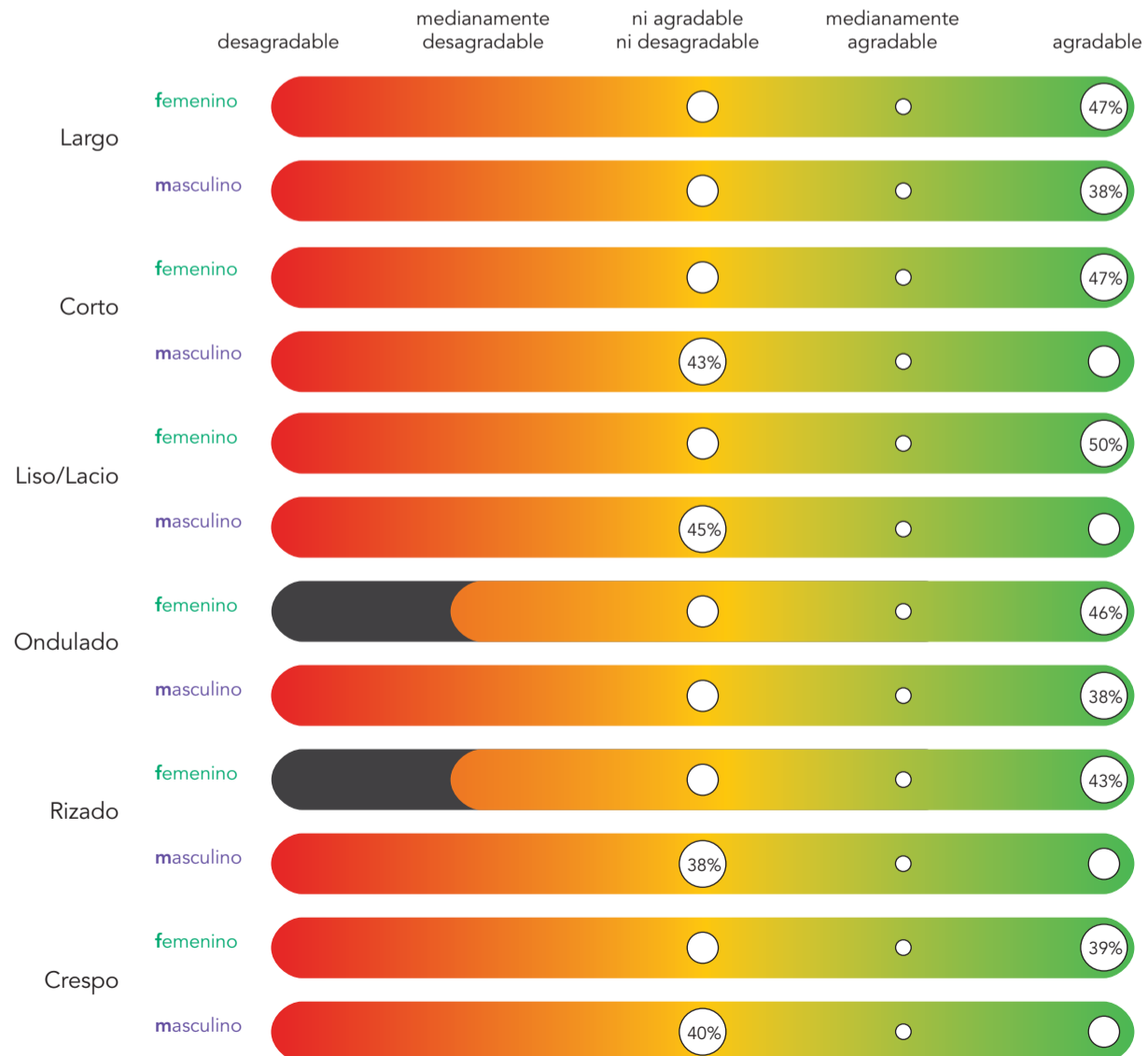
Indica que tan agradable o desagradable te parece el pelo según lugar de presencia:



Indica que tan agradable o desagradable te parece el pelo según el color:



Indica que tan agradable o desagradable te parece el pelo según la morfología:

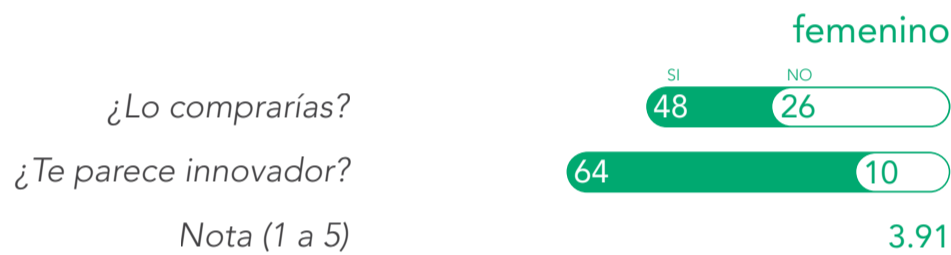


En este ítem te mostraré 5 productos elaborados a partir de pelo humano y desarrollados por distintos estudios de Diseño:

Estudio SWINE

Vasijas, recipientes y objetos de colección

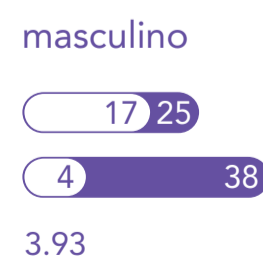
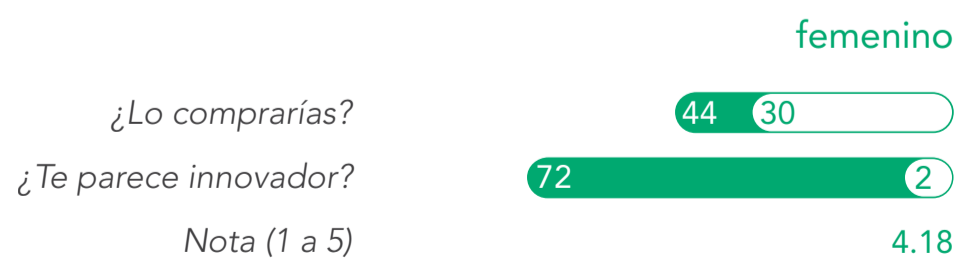
Basado en la noción de la antigua Ruta de la Seda, que transportaba no solo seda sino también tecnologías, estética e ideas entre Oriente y Occidente. Hair Highway explora las ideas de los cruces culturales modernos en una colección de objetos inspirados en la dinastía Qing y la era Shanghai-Deco de 1920.



Estudio Sanne Visser

Cuerda - Malla

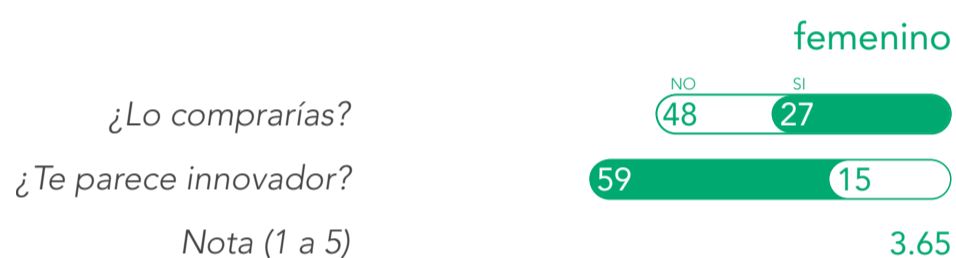
En promedio, un cabello humano puede contener hasta 100 gramos de peso. Por lo que, potencialmente, el cabello de una persona podría soportar un peso de 12 toneladas.



Estudio Zsofia Kollar

Chaleco

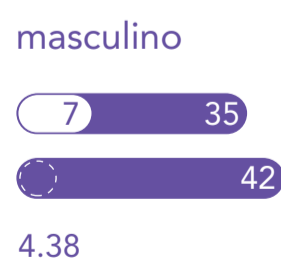
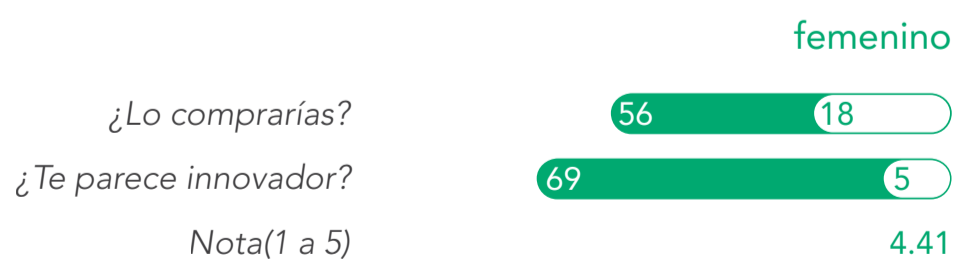
El cabello humano es una fibra de proteína de queratina al igual que la lana o la alpaca.



Fundación Matter of Trust Chile

Agropelo para plantas

El acolchado de pelo humano permite reducir en un 71% la evaporación directa del agua y retener la humedad del suelo, disminuyendo en un 48% el agua necesaria en los riegos.



Plantilla de maceta nutritiva en base a pelo humano Enraizando

